МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«14» 06 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Форма обучения очная

Факультет ФСУ (факультет систем управления)

Кафедра АСУ (кафедра автоматизированных систем управления)

Курс 2 **Семестр** 4

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции				18					18	часов
2.	Лабораторные работы										часов
3.	Практические занятия				36					36	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)				54					54	часов
6.	Из них в интерактивной форме				8					8	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)				54					54	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)				108					108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена				36					36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 9,10)				144					144	часов
	(в зачетных единицах)				4					4	ЗЕТ

Зачет не предусмотрено **Диф. зачет** не предусмотрено

Экзамен 4 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7403

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 281 от « 28 » 3 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», утвержденного 12.03.2015г, № 228

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «28» марта 2016 г., протокол № 281

Разработчики доцент кафедры математики _____ Ельцова Т.А.

Зав. кафедрой доцент кафедры математики _____ Магазинникова А.Л.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФСУ _____ Сенченко П.В.

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой АСУ ТУСУР _____ Кориков А.М.

Эксперты:

профессор кафедры математики ТУСУР _____ Ельцов А.А.

доцент кафедры АСУ ТУСУР _____ Исакова А.И.

Согласована на портале № 7403

1. Цели и задачи дисциплины: целью курса функционального анализа является изучение основных математических понятий, их взаимосвязи и развития, а также отвечающих им методов расчёта, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных задач. В задачи курса функционального анализа входят: развитие алгоритмического и логического мышления студентов, овладение методами исследования и решения задач функционального анализа, выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП: функциональный анализ относится к базовой части дисциплин (Б1.Б.8). Для изучения курса функционального анализа необходимо твердое знание студентами базового курса математики средней школы, курсов «Алгебра и геометрия», «Математический анализ». Функциональный анализ является фундаментом для изучения других разделов курса высшей математики. Она призвана дать студентам математический аппарат, который будет использоваться в дальнейшем при изучении дисциплин профессионального цикла, в учебно-исследовательской и научно-исследовательской работе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:
процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-1 «Выпускник должен обладать способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой».
ПК-2 «Выпускник должен обладать способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат»

В результате изучения дисциплины студент должен:
Знать: основные понятия и методы функционального анализа, применяемые при изучений общетеоретических и специальных дисциплин, использующих базовые знания математики и способствующих пониманию математического аппарата.
Уметь: применять современный математический аппарат, концепции и принципы теорий, связанных с прикладной математикой, для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой.
Владеть: методами решения задач функционального анализа, необходимых для понимания концепций и принципов, связанных с прикладной математикой, и при совершенствовании в дальнейшем современного математического аппарата.

Согласована на портале № 7403

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____4___ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры							
					4				
Аудиторные занятия (всего)	54				54				
В том числе:	-	-	-	-	-	-	-		-
Лекции	16				16				
Лабораторные работы (ЛР)									
Практические занятия (ПЗ)	28				28				
Семинары (С)	2				2				
Коллоквиумы (К)	2				2				
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)									
Другие виды аудиторной работы									
Контрольные работы	6				6				
Самостоятельная работа (всего)	54				54				
В том числе:	-	-	-	-	-	-	-		-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)									
Расчетно-графические работы									
Реферат									
Другие виды самостоятельной работы									
Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям					18				
Подготовка к семинарам, коллоквиумам					18				
Решение задач. Подготовка к контрольным работам					18				
Вид промежуточной аттестации -экзамен	36				36				
Общая трудоемкость час	144				144				
Зачетные Единицы Трудоемкости	4				4				

Согласована на портале № 7403

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Элементы теории множеств	2		4		10	16	ОПК-1 ПК-2
2.	Нормированные линейные пространства	3		6		10	19	ОПК-1 ПК-2
3.	Линейные функционалы и линейные операторы	3		6		10	19	ОПК-1 ПК-2
4.	Мера в евклидовых пространствах	4		8		10	22	ОПК-1 ПК-2
5.	Интеграл Лебега	4		8		10	22	ОПК-1 ПК-2
6.	Принцип сжимающих отображений	2		4		4	10	ОПК-1 ПК-2

Согласована на портале № 7403

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Элементы теории множеств	Конечные множества, счетные множества, множества мощности континуума	2	ОПК-1 ПК-2
2.	Нормированные линейные пространства	Линейные пространства, метрические пространства, нормированные пространства, пространства со скалярным произведением. Бесконечномерные пространства. Пространства $C[a,b]$, $C^n[a,b]$, l_2.	3	ОПК-1 ПК-2
3.	Линейные функционалы и линейные операторы	Линейный оператор. Норма оператора. Ограниченный оператор, непрерывный оператор. Сопряженное пространство (пространство линейных функционалов).	3	ОПК-1 ПК-2
4.	Мера в евклидовых пространствах	Открытые и замкнутые множества и их свойства. Строение открытых множеств в R и R^n. Мера открытых и замкнутых множеств. Внутренняя и внешняя меры множества. Мера Лебега. Свойства Меры Лебега.	4	ОПК-1 ПК-2
5.	Интеграл Лебега	Измеримые функции и последовательности измеримых функций. Теоремы Егорова и Лузина. Интеграл Лебега. Свойства интеграла Лебега. Суммируемые и суммируемые с квадратом функции. Пространство $L_2[a,b]$. Связь с l_2.	4	ОПК-1 ПК-2
6.	Принцип сжимающих отображений	Теорема о сжимающем операторе и ее применения.	2	ОПК-1 ПК-2

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1.	Линейная алгебра		+	+			+
2.	Математический анализ	+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины							
1.	Вариационное вычисление	+	+	+	+	+	+
2.	Основы теории управления	+	+	+	+	+	+
3.	Исследование операций						
4.	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+
5.	Математические модели обработки данных	+	+	+			+
6.	Программное обеспечение ЭВМ и сетей	+	+	+	+	+	+
7.	Системы цифровой обработки сигналов	+	+	+			

Согласована на портале № 7403

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ОПК 1	+		+		+	Ответ на практическом занятии, семинаре. Опрос на лекции. Проверка конспекта. Коллоквиум. Контрольная работа. Экзамен.
ПК 2					+	Ответ на практическом занятии, семинаре. Опрос на лекции. Проверка конспекта. Коллоквиум. Контрольная работа. Экзамен.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/ семинарские Занятия (час)	СРС (час)	Всего
Работа в команде		2		2
«Мозговой штурм» (атака)		2		2
Работа в группах		2		2
Выступление в роли обучающего,		2		2
Итого интерактивных занятий		8		8

7. Лабораторный практикум не предусмотрено

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1	Конечные множества, счетные множества, множества мощности континуума	4	ОПК-1 ПК-2
2.	2	Линейные пространства, метрические пространства, нормированные пространства, пространства со скалярным произведением. Бесконечномерные пространства. Пространства $C[a,b]$, $C^n[a,b]$, l_2.	6	ОПК-1 ПК-2
3.	3	Линейный оператор. Норма оператора. Ограниченный оператор, непрерывный оператор. Сопряженное пространство (пространство линейных функционалов).	6	ОПК-1 ПК-2
4.	4	Открытые и замкнутые множества и их свойства. Строение открытых множеств в R и R^n. Мера открытых и замкнутых множеств. Внутренняя и внешняя меры множества. Мера Лебега. Свойства Меры Лебега.	8	ОПК-1 ПК-2
5.	5	Измеримые функции и последовательности измеримых функций. Теоремы Егорова и Лузина. Интеграл Лебега. Свойства интеграла Лебега. Суммируемые и суммируемые с квадратом функции. Пространство $L_2[a,b]$. Связь с l_2.	8	ОПК-1 ПК-2
6.	6	Теорема о сжимающем операторе и ее применения.	4	ОПК-1 ПК-2

Согласована на портале № 7403

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач по всем темам, подготовка к контрольной работе.	10	ОПК-1 ПК-2	Опрос на практических занятиях. Проверка конспекта. Контрольная работа. Коллоквиум.
2.	2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач по всем темам, подготовка к контрольной работе.	10	ОПК-1 ПК-2	Опрос на практических занятиях. Проверка конспекта. Контрольная работа. Коллоквиум.
3.	3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач по всем темам, подготовка к контрольной работе.	10	ОПК-1 ПК-2	Опрос на практических занятиях. Проверка конспекта. Контрольная работа. Коллоквиум.
4.	4	Самостоятельное изучение тем: Мера открытых и замкнутых множеств. Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач по всем темам, подготовка к контрольной работе.	10	ОПК-1 ПК-2	Выступление на семинаре. Опрос на практических занятиях. Проверка конспекта. Контрольная работа. Коллоквиум.
5.	5	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач по всем темам, подготовка к контрольной работе.	10	ОПК-1 ПК-2	Опрос на практических занятиях. Проверка конспекта. Контрольная работа. Коллоквиум.
6.	6	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям. Решение задач по всем темам, подготовка к контрольной работе.	4	ОПК-1 ПК-2	Опрос на практических занятиях. Проверка конспекта. Контрольная работа. Коллоквиум.
7.		Подготовка и сдача экзамена	36	ОПК-1 ПК-2	Оценка на экзамене

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено

Согласована на портале № 7403

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля.

Таблица 11.1а

Элементы учебной дисциплины	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2 КТ и на конец семестра	Всего за семестр	Сессия
Контрольные работы на практических занятиях	30	15	15	**60**	
Коллоквиум			40	**40**	
Итого максимум за период	**30**	**15**	**55**	**100**	
Сдача экзамена (максимум)					**100**
Нарастающим итогом	**30**	**45**	**100**	**100**	
Итого					**100**

Примечание. По окончанию семестра рейтинг обнуляется и итоговый рейтинг выставляется по экзаменационной оценке, которая, в свою очередь, выставляется по ответу на экзамене.

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки и экзамен

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 85 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	Отлично
От 70% до 84% от максимальной суммы баллов на дату КТ	Хорошо
От 55% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	Удовлетворительно
< 55 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	Неудовлетворительно

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	**90 - 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1 Основная литература.

1. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон. СПб.: Издательство «Лань», 2008, 560с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=284
2. Гуревич А. П. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гуревич А. П., Корнев В. В., Хромов А. П. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175
3. Власова, Е.А. Элементы функционального анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Власова, И.К. Марчевский. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 398 с. —

9

Согласована на портале № 7403

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67481

4. Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=245
5. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 169 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64343
6. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65041

12.2 Дополнительная литература.

1. Сибиряков, Г.В. Метрические пространства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Сибиряков, Ю.А. Мартынов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 184 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75518
2. Спивак М. Математический анализ на многообразиях [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2005. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=377

12.3 . Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение.

Практические занятия проводятся по учебным пособиям:

1. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон. СПб.: Издательство «Лань», 2008, 560с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=284
2. Гуревич А. П. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гуревич А. П., Корнев В. В., Хромов А. П. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175
3. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 169 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64343
4. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65041

Задания на контрольные работы и индивидуальные задания приведены в каждом из следующих учебных пособий:

1. Гуревич А. П. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гуревич А. П., Корнев В. В., Хромов А. П. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175
2. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65041

БИБЛИОТЕКА ТУСУР

10

Согласована на портале № 7403

Программное обеспечение

Системы программирования Mathcad, Matlab, Maple. Система дистанционного образования MOODLE для сопровождения самостоятельной работы студентов (методические материалы: текстовые, аудио и видеофайлы, индивидуальные задания, тесты и т.д.).

12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Ссылки с сайта кафедры на математические ресурсы и он-лайн тренажёры.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Возможность работать в компьютерном классе из расчёта один компьютер на студента. Лекционные аудитории, оснащённые техникой для мультимедийных презентаций. Возможность работать на практических занятиях с применением устройств «Символ-Тест» для самоконтроля.

Согласована на портале № 7403

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 01.03.02ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Форма обучения очная

Факультет Систем управления (ФСУ)

Кафедра Автоматизированныхсистем управления (АСУ)

Курс 2 **Семестр** 4

Учебный план набора 2013 года.

Зачет не предусмотрен **Диф. зачет** не предусмотрен

Экзамен 4 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7403

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук,математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой.	**Должен знать**основные понятия и методы функционального анализа,применяемыепри изучений общетеоретических и специальных дисциплин, использующих базовые знания математики. **Должен уметь**применять математические методы, вычислительные алгоритмы, концепции и принципы теорий, связанных с прикладной математикой, для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой. **Должен владеть**методами решения задач функционального анализа, необходимых для понимания концепций и принципов, связанных с прикладной математикой.
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный	**Должен знать**основные понятия и методы функционального анализа,использующихся при

Согласована на портале № 7403

	математический аппарат.	изучений общетеоретических и специальных дисциплин и способствующих пониманию математического аппарата. **Должен уметь**применять современный математический аппарат для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой. **Должен владеть**методами решения задач функционального анализа, необходимых в дальнейшем при совершенствовании современного математического аппарата.

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные понятия и методы функционального анализа, применяемые при изучений общетеоретических и специальных дисциплин, использующих базовые знания математики	Умеет применять математические методы, вычислительные алгоритмы, концепции и принципы теорий, связанных с прикладной математикой, для решения практических задач и пользоваться при необходимости	Владеет методами решения задач функционального анализа, необходимых для понимания концепций и принципов, связанных с прикладной математикой

Согласована на портале № 7403

		математической литературой	
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации	• Практические занятия; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации	• Практические занятия; • Выполнение домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Ответ на коллоквиуме; • Экзамен	• Контрольная работа; • Оформление домашнего задания; • Конспект материала, вынесенного на самостоятельную работу; • Экзамен	• Контрольная работа; • Оформление и защита домашнего задания; • Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых задач с элементами исследования	Оперирует основными методами решения задач и исследований
Удовлетворительно	Обладает знаниями основных понятий на	Обладает основными умениями,	Работает при прямом

Согласована на портале № 7403

(пороговый уровень)	уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач	требуемыми для выполнения простых типовых задач	наблюдении и контроле

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	• раскрывает сущность математических понятий, проводит их характеристику; • анализирует связи между различными математическими понятиями; • обосновывает выбор математического метода, план, этапы решения задачи, связанной с прикладной математикой.	• свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; • умеет математически показать и аргументированно доказать положения изучаемой дисциплины, связанные с прикладной математикой.	• свободно оперирует методами изучаемой дисциплины; • организует коллективное выполнение работы, затрагивающей изучаемую дисциплину; • свободно владеет разными способами представления математической информации, связанной с прикладной математикой.
Хорошо (базовый уровень)	• дает определения основных понятий и приводит примеры их применения; • понимает связи между различными понятиями; • аргументирует выбор метода решения задачи, связанной с прикладной математикой; • составляет план решения задачи, связанной с	• способен различить стандартные и новые ситуации при решении задач; • умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения изучаемой дисциплины, связанные с прикладной математикой.	• критически осмысливает полученные знания, концепции и принципы теорий, связанные с прикладной математикой; • способен работать в коллективе, задачи которого затрагивают изучаемую дисциплину.

Согласована на портале № 7403

	прикладной математикой.		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные факты, идеи; • распознает основные математические объекты; • знает алгоритмы решения типовых задач, связанных с прикладной математикой.	• умеет применять алгоритмы решения типовых задач, связанных с прикладной математикой, на практике; • умеет работать со справочной литературой; • умеет оформлять результаты своей работы.	• поддерживает разговор на темы изучаемой дисциплины; • владеет основной терминологией изучаемой дисциплины, связанной с прикладной математикой.

2 Компетенция ПК-2

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные понятия и методы функционального анализа, использующихся при изучений общетеоретических и специальных дисциплин и способствующих пониманию математического аппарата	Умеет применять современный математический аппарат для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой	Владеет методами решения задач функционального анализа, необходимых в дальнейшем при совершенствовании современного математического аппарата
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия;	• Практические занятия; • Выполнение	• Практические занятия; • Выполнение

Согласована на портале № 7403

	• Самостоятельная работа студентов; • Консультации	домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации	домашнего задания; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Ответ на коллоквиуме; • Экзамен	• Контрольная работа; • Оформление домашнего задания; • Конспект материала, вынесенного на самостоятельную работу; • Экзамен	• Контрольная работа; • Оформление и защита домашнего задания; • Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых задач с элементами исследования	Оперирует основными методами решения задач и исследований
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает знаниями основных понятий на уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач	Работает при прямом наблюдении и контроле

Согласована на портале № 7403

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• грамотно охарактеризовывает сущность математических понятий современного математического аппарата; • определяет логику связей различных математических понятий современного математического аппарата; • математически обоснованно выбирает метод решения задачи.	• в незнакомой ситуации без затруднений применяет методы современного математического аппарата для решения задач; • с полным обоснованием доказывает основные положения изучаемой дисциплины.	• демонстрирует компетентность в методах изучаемой дисциплины; • Способен организовать коллективное выполнение работы, затрагивающей изучаемую дисциплину; • свободно классифицирует и демонстрирует различные способы представления математической информации современного математического аппарата.
Хорошо (базовый уровень)	• дает формулировку основным понятиям современного математического аппарата и иллюстрирует их применение примерами; • воспроизводит логику связей различных понятий современного математического аппарата; • аргументировано выбирает метод решения задачи • определяет план решения задачи.	• точно выражает и с полным обоснованием излагает основные положения современного математического аппарата; • составляет план решения задачи в соответствии с выбранным методом	• критически оценивает полученные знания современного математического аппарата; • демонстрирует навыки работы в коллективе, задачи которого затрагивают изучаемую дисциплину.

Согласована на портале № 7403

Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	• излагает формулировки основных понятий современного математического аппарата; • знает основные математические объекты современного математического аппарата; • представляет основные методы решения типовых задач.	• умеет решать типовые задачи стандартными методами современного математического аппарата; • применяет в работе справочную литературу; • грамотно представляет (презентует) результаты своей работы.	• оперирует основными терминами современного математического аппарата изучаемой дисциплины; • способен корректно продемонстрировать знания в математической форме.

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Тест: итоговый тест по элементарным знаниям и практическим навыкам

Демо-вариант

1. Доказать, что объединение конечного числа счётных множеств есть множество счетное
2. Доказать, что множество X' всех предельных точек множества X является замкнутым множеством

---

3. Доказать, что пересечение любого количества замкнутых множеств есть множество замкнутое.
4. Доказать, что объединение любого количества открытых множеств есть множество открытое.
5. Дополнение замкнутого множества является открытым множеством

---

6. Доказать, что если $F \subset G$, то множество $G \setminus F$ измеримо и его мера равна разности мер множеств G и F.
7. Доказать, что если $F \supset G$, то множество $F \setminus G$ измеримо и его мера равна разности мер множеств F и G.

Согласована на портале № 7403

8. Найти плоскую меру множества «Ковер Серпинского»
9. Найти плоскую меру множества «Кладбище Серпинского»

---

10. Доказать, что положительная и отрицательная части измеримой функции есть измеримые функции.
11. Доказать, что сумма суммируемых функций суммируема и интеграл Лебега от суммы функций есть сумма интегралов Лебега от каждого слагаемого.
12. Вычислить интеграл $(L)\int_0^1 f(x)dx$, если $f(x)=\begin{cases}\sin 2x, & \text{если} \quad x\in\left[0,\frac{\pi}{6}\right)\cap CD;\\ \cos 2x, & \text{если} \quad x\in\left[\frac{\pi}{6},1\right]\cap CD;\\ tg^3(7x+3), & \text{если} \quad x\in D.\end{cases}$

где D – канторово множество

13. Вычислить интеграл $(L)\int_0^1 \frac{dx}{x^3}$.

---

14. Доказать, что константу можно вынести за знак интеграла Лебега
15. Доказать, что если $\forall x\in E$ выполнено $a\le f(x)\le b$, то $a\mu(E)\le\int_E f(x)d\mu\le b\mu(E)$.
16. Доказать, что если квадраты функций $f(x)$ и $g(x)$ суммируемы на множестве E, то произведение этих функций также суммируемо на данном множестве и имеет место неравенство Буняковского $\left(\int_E fgd\mu\right)^2\le\int_E f^2d\mu\cdot\int_E g^2d\mu$.

Контрольная работа:

Контрольная работа №1 Теория меры в евклидовых пространствах.
Контрольная работа №2 Теория меры и интеграла Лебега.

Демо-варианты контрольных работ

1. Теория меры в евклидовых пространствах.

Демо-вариант

1. Найти плоскую меру множества «Ковер Серпинского»
2. Найти плоскую меру множества «Кладбище Серпинского»

2. Теория меры и интеграла Лебега.

Демо-вариант

1. Вычислить интеграл $(L)\int_0^1 f(x)dx$, если

Согласована на портале № 7403

$$f(x)=\begin{cases}\sin 2x, & \text{если} \quad x\in\left[0,\dfrac{\pi}{6}\right)\cap CD;\\ \cos 2x, & \text{если} \quad x\in\left[\dfrac{\pi}{6},1\right]\cap CD;\\ tg^{3}(7x+3), & \text{если} \quad x\in D.\end{cases}$$

где D – канторово множество

2. Вычислить интеграл $(L)\int_0^1 \frac{dx}{x^3}$

Выполнение домашнего задания:

1. Конечные множества, счетные множества, множества мощности континуума
2. Линейные пространства, метрические пространства, нормированные пространства, пространства со скалярным произведением. Бесконечномерные пространства.

   Пространства $C[a,b]$, $C^n[a,b]$, l_2.
3. Линейный оператор. Норма оператора. Ограниченный оператор, непрерывный оператор. Сопряженное пространство (пространство линейных функционалов).
4. Открытые и замкнутые множества и их свойства. Строение открытых множеств в R и R^n.
5. Мера открытых и замкнутых множеств. Внутренняя и внешняя меры множества. Мера Лебега. Свойства Меры Лебега.
6. Измеримые функции и последовательности измеримых функций. Теоремы Егорова и Лузина.
7. Интеграл Лебега. Свойства интеграла Лебега.
8. Суммируемые и суммируемые с квадратом функции.
9. Пространство $L_2[a,b]$. Связь с l_2.
10. Теорема о сжимающем операторе и ее применения.

Темы индивидуальных заданий: *не предусмотрены.*

Темы лабораторных работ:*не предусмотрены.*

Темы для самостоятельной работы:

1. Мера открытых и замкнутых множеств

Темы курсового проекта:*не предусмотрены.*

Темы коллоквиума:

1. Теория открытых и замкнутых множеств
2. Теория меры открытых и замкнутых множеств
3. Теория измеримых множеств
4. Теория измеримых функций
5. Теория интеграла Лебега

Согласована на портале № 7403

Экзаменационные вопросы:

1. Множества. Операции над множествами.
2. Функции или отображения.
3. Сравнение множеств. Мощность множества.
4. Сравнение множеств. Мощность множества.Конечные множества. Объединение конечного числа конечных множеств. Счётные множества. Объединение конечного и счётного числа счётных множеств. Объединение счётного числа конечных множеств.
5. Несчётные множества.Множества мощности континуум.
6. Точечные множества в R^n.
7. Понятие окрестности.
8. Индуцированные системы окрестностей.
9. Открытые множества. Объединение и пересечение систем открытых множеств.Строение открытых множеств в R.
10. Строение открытых множеств в R^n
11. Замкнутые множества. Объединение и пересечение систем замкнутых множеств. Связь с открытыми множествами.
12. Мера открытых и замкнутых множеств в R^n.
13. Теория меры в евклидовых пространствах, мера открытых множеств.
14. Теория меры в евклидовых пространствах, мера замкнутых множеств.
15. Измеримые множества. Внешняя и внутренняя меры множества. Измеримые по Лебегу множества. Конечнаяаддитивность измеримых множеств. Счётнаяаддитивность меры Лебега.
16. Измеримые функции. Измеримые функции и последовательности измеримых функций. Свойства измеримых функций.
17. Последовательности функций. Сходимость последовательности функций. Виды сходимости последовательности функций. Соотношения между разными типами сходимости.
18. Теоремы Егорова и Лузина.
19. Интеграл Римана. Теорема Лебега о необходимых и достаточных условиях интегрируемости функций по Риману .
20. Интеграл Лебега. Определение. Свойства интеграла Лебега.Конечнаяаддитивность интеграла Лебега.Счётнаяаддитивностьинтеграла Лебега.
21. Суммируемые и суммируемые с квадратом функции. Пространства $L_1[a,b]$, $L_2[a,b]$. Сходимость в среднем. Среднеквадратичная сходимость.

Согласована на портале № 7403

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

Методические материалы:согласно пункта 12 рабочей программы

12.1 Основная литература.

1. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон. СПб.: Издательство «Лань», 2008, 560с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=284
2. Гуревич А. П. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гуревич А. П., Корнев В. В., Хромов А. П. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175
3. Власова, Е.А. Элементы функционального анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Власова, И.К. Марчевский. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 398 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67481
4. Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=245
5. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 169 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64343
6. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65041

12.2 Дополнительная литература.

1. Сибиряков, Г.В. Метрические пространства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Сибиряков, Ю.А. Мартынов. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2016. — 184 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75518
2. Спивак М. Математический анализ на многообразиях [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2005. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=377

12.3. Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение.

Практические занятия проводятся по учебным пособиям:

1. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон. СПб.: Издательство «Лань», 2008, 560с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=284
2. Гуревич А. П. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное

Согласована на портале № 7403

пособие / Гуревич А. П., Корнев В. В., Хромов А. П. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175

3. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 169 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64343
4. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65041

Задания на контрольные работы и индивидуальные задания приведены в каждом из следующих учебных пособий:

1. Гуревич А. П. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гуревич А. П., Корнев В. В., Хромов А. П. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2012. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175
2. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 230 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65041

Согласована на портале № 7403