

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шарапов Александр Александрович

Должность: преподаватель ФФФ Математической и компьютерной информатики

Дата подписания: 10.01.2023 08:38:06

Уникальный программный ключ:

85a1156a237a12684936472400e6f1172054471e75e3570581f673d003756d97d3a

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Функциональный анализ» по направлению подготовки 02.03.03 – Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Цель преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Функциональный анализ» является формирование и закрепление у студентов знаний базовых положений функционального анализа и потенциальных умений их применения в конкретных ситуациях при моделировании процессов в экономике, обществе и технике.

Задачи изучения дисциплины

- Изучить теорию метрических пространств, категорные методы, линейные топологические, нормированные и банаховы пространства, двойственность, пространства непрерывных и измеримых функций, гильбертовы пространства;
- приобрести навыки составления и анализа математических моделей процессов в экономике, обществе и технике.

Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1.1. Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или)естественных наук.

ОПК-1.2. Использует фундаментальные знания в области математических и (или)естественных наук в профессиональной деятельности.

ОПК-1.3. Выбирает методы решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.

ОПК-2.1. Использует математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов.

ОПК-2.2. Применяет математические основы программирования и языков, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов.

ОПК-2.3. Выбирает математический аппарат программирования и компьютерного моделирования при решении конкретных задач.

Разделы дисциплины

1. Метрические пространства
2. Основные принципы линейного функционального анализа
3. Гильбертовы пространства
4. Методы теории двойственности
5. Пространства непрерывных и измеримых функций

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета

фундаментальной и прикладной
информатики

(наименование факультета полностью)



Т.А. Ширабакина

(подпись, инициалы, фамилия)

« 30 » 08 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональный анализ

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «29» марта 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», на заседании кафедры высшей математики № 1 от «29» августа 2019 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Хохлов Н.А.

Разработчик программы к.ф.-м.н., с.н.с. В.И. Дмитриев Дмитриев В.И.
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано: на заседании кафедры информационных систем и технологий № 1
« 29 » 08 2019 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Сазонов С.Ю.
(название кафедры, дата, номер протокола, подпись заведующего кафедрой; согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки В.Г. Макаровская Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г. на заседании кафедры высшей математики протокол № 1 от «31» 08 2020 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Хохлов Н.А.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021 г. на заседании кафедры высшей математики протокол № 14 от «01» 07 2021 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Хохлов Н.А.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г. на заседании кафедры высшей математики протокол № 12 «29» 06 2022 г.,

Зав. кафедрой _____
 (подпись) *Хохлов Н. А.*

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 02 2023 г. на заседании кафедры высшей математики протокол № 16 «03» 04 2023 г.,

и.о. Зав. кафедрой _____
 (подпись) *Бредихина О. А.*

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № __ «__» __ 20 __ г. на заседании кафедры высшей математики протокол № __ «__» __ 20 __ г.,

Зав. кафедрой _____
 (подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № __ «__» __ 20 __ г. на заседании кафедры высшей математики протокол № __ «__» __ 20 __ г.,

Зав. кафедрой _____
 (подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана по ОПОП ВО 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № __ «__» __ 20 __ г. на заседании кафедры высшей математики протокол № __ «__» __ 20 __ г.,

Зав. кафедрой _____
 (подпись)

1. Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Целью дисциплины «Функциональный анализ» является формирование и закрепление у студентов знаний базовых положений функционального анализа и потенциальных умений их применения в конкретных ситуациях при моделировании процессов в экономике, обществе и технике.

1.2 Задачи дисциплины

– изучить теорию метрических пространств, категорные методы, линейные топологические, нормированные и банаховы пространства, двойственность, пространства непрерывных и измеримых функций, гильбертовы пространства;

– приобрести навыки составления и анализа математических моделей процессов в экономике, обществе и технике.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемые результаты Освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	Знать: - основные задачи дисциплины - понятий функции, производной, непрерывности, сходимости, интегрируемости, нормы Уметь: - свободно решать задачи дисциплины; - дифференцировать, интегрировать, находить пределы, выполнять действия над матрицами Владеть: - математическим мышлением - правилами логического вывода, методом доказательства от противного, доказательством по определению.
		ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности	Знать: - основные соотношения дисциплины - основные принципы формализации динамических процессов - постановка основных задач теории динамических систем, моделируемых посредством операторных уравнений Уметь: - обобщать задачи дисциплины; - выделять формальную составляющую в лю-

<i>Планируемые результаты Освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
код компетенции	наименование компетенции		
			<p>бых динамических процессах, интерпретируя их как абстрактную математическую структуру</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математической культурой как частью профессиональной культуры; - методами математического моделирования динамических систем; - основными аналитическими методами решения и исследования операторных уравнений в абстрактных пространствах
		<p>ОПК-1.3 Выбирает методы решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы дисциплины - основные идеи и результаты функционального анализа как аппарат исследования функционально-дифференциальных уравнений - основные факты функционального анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать задачи дисциплины; - правильно классифицировать задачи для операторных уравнений по свойствам и методам исследования - разрабатывать возможности применения теории операторных уравнений для исследования динамических систем <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием для решения задач в своей предметной области - техникой перехода от абстрактных функционально-аналитических структур к конкретным математическим моделям
ОПК-2	Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	<p>ОПК-2.1 Использует математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и про-</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия дисциплины - основные понятия и теоремы: теории множеств, теории действительного числа, теории меры теории интеграла Лебега <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сопоставлять подходы дисциплины; - правильно формулировать и решать задачи (в том числе прикладные) средствами функционального анализа и теории функций <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим инструментарием дисциплины - основными положениями классических разделов теории функций действительного переменного

<i>Планируемые результаты Освоения основной профес- сиональной образователь- ной программы (компетен- ции, закрепленные за дисци- плиной)</i>		<i>Код и наименование ин- дикатора достижения компетенции, закреплен- ного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисци- плине, соотношенные с индикаторами дости- жения компетенций</i>
код компе- тенции	наименование компетенции		
		граммных комплексов	
		<p>ОПК-2.2 Применяет математиче- ские основы программи- рования и языков, орга- низации баз данных и компьютерного модели- рования; математические методы оценки качества, надежности и эффектив- ности программных про- дуктов; методы организа- ции информационной безопасности при разра- ботке и эксплуатации программ- ных продуктов и про- граммных комплексов</p>	<p>Знать: - основной аппарат дисциплины - основные факты функционального анализа; - основные функциональные структуры (про- странства) математического анализа</p> <p>Уметь: - ставить новые задачи дисциплины; - точно и лаконично рассказывать или описы- вать решение задач, доказательство теорем, свойства рассматриваемых математических объектов</p> <p>Владеть: - математической культурой как частью обще- человеческой культуры; - базовыми идеями и методами теории функций действительного переменного; - системой основных математических структур и аксиоматическим методом</p>
		<p>ОПК-2.3 Выбирает мате- матический аппарат про- граммирования и компь- ютерного моделирования при решении конкретных задач</p>	<p>Знать: - основные подходы дисциплины - основные исследовательские методы функци- онального анализа и теории функций действи- тельного переменного</p> <p>Уметь: - пользоваться математической литературой - используя полученные знания, проводить ис- следования, связанные с основными понятиями курса</p> <p>Владеть: - инструментарием для решения задач в смеж- ных предметных областях - аппаратом функционального анализа; метода- ми доказательства утверждений - аппаратом функционального анализа, метода- ми применения этого аппарата к решению задач</p>

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Функциональный анализ» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности». Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	54
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	61,85
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,15
в том числе:	
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15
зачёт	не предусмотрен
зачёт с оценкой	не предусмотрен
курсовой работа (проект)	не предусмотрена

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Метрические пространства	Метрика. Метрическая топология. Непрерывные отображения. Основные теоремы о полных метрических пространствах. Компактность.
2	Основные принципы линейного функционального анализа	Линейные нормированные пространства. Операторы. Функционалы. Банаховы пространства. Принцип равномерной ограниченности. Принцип открытости отображения. Теоремы Хана-Банаха о продолжении линейных функционалов.
3	Гильбертовы пространства	Геометрия гильбертова пространства. Базисы, ортогональное разложение в гильбертовом пространстве. Теорема Расса об общем виде линейного функционала на гильбертовом пространстве. Задача о наилучшем приближении. Самосопряженные операторы. Спектральные теоремы.
4	Методы теории двойственности	Выпуклые множества и выпуклые функционалы. Отделимость выпуклых множеств в линейном пространстве. Сопряженное пространство. Слабые топологии.
5	Пространства непрерывных и измеримых функций	Важнейшие свойства специальных пространств типа C и L^p

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Метрические пространства	6	-	1,2	У1,2,3 МУ1,2	С (1–5) ЗПР (1–5)	ОПК-1 ОПК-2
2	Основные принципы линейного функционального анализа	4	-	3,4	У1,2,3 МУ1,2	С (6–10) ЗПР (6–10)	ОПК-1 ОПК-2
3	Гильбертовы пространства	4	-	5,6	У1,2,4 МУ1,2	С (11–14) ЗПР (11–14)	ОПК-1 ОПК-2
4	Методы теории двойственности	2	-	7,8	У1,2,4 МУ1,2	С (15–16) ЗПР (15–16)	ОПК-1 ОПК-2
5	Пространства непрерывных и измеримых функций	2	-	9	У1,2,5 МУ1,2	С (17–18) ЗПР (17–18)	ОПК-1 ОПК-2

С – собеседование, ЗПР – защита практических работ.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	4
1	Метрические пространства	4
2	Полнота метрических пространств	4
3	Компактность	4
4	Линейные нормированные пространства. Банаховы пространства	4
5	Гильбертово пространство	4
6	Линейные операторы и функционалы	4
7	Основные принципы линейного анализа	4
8	Спектр линейного оператора	4
9	Дифференциальное исчисление в нормированных пространствах	4
Итого		36

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения, нед.	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Метрические пространства	1-5	16
2	Основные принципы линейного функционального анализа	6-9	20
3	Гильбертовы пространства	10-14	15,85
4	Методы теории двойственности. Пространства непрерывных и измеримых функций	15-16	5
5	Пространства непрерывных и измеримых функций	17-18	5
Итого			61,85

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

научной библиотекой университета:

а) библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

б) имеет доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
- заданий для самостоятельной работы;
- вопросов к экзамену;
- методических указаний к выполнению практических работ.

полиграфическим центром (типографией) университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

туры.

6 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Лекция «Метрические пространства»	Диалог об исследовании функций.	2
2	Практическое занятие «Полнота метрических пространств»	Постановка проблемы, диалог, тренинг	4
3	Практическое занятие «Гильбертово пространство»	Диалог, постановка проблемы, тренинг	4
4	Практическое занятие «Линейные нормированные пространства. Банаховы пространства»	Диалог, постановка проблемы, тренинг	2
	Итого		12

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Экономика Менеджмент Математический анализ Физика Теория вероятностей и математическая статистика Алгебра и теория чисел Геометрия и топология Дифференциальные и разностные уравнения Теория вычислительных процессов и структур	Экология Дискретная математика Маркетинг Финансовые вычисления Уравнения математической физики Функциональный анализ Математическая логика Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных Объектно-ориентированный анализ и программирование Учебная технологическая (проектотехнологическая) практика	
ОПК-2: Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	Математический анализ Теория вероятностей и математическая статистика Геометрия и топология Дифференциальные и разностные уравнения Теория вычислительных процессов и структур	Дискретная математика Финансовые вычисления Уравнения математической физики Функциональный анализ Математическая логика Технология разработки программного обеспечения Объектно-ориентированный анализ и программирование Учебная технологическая (проектотехнологическая) практика	Системы реального времени

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п. 7.1)	Показатели оценивания компетенции (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-1 (основной)	ОПК-1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук	Знать: - основные задачи дисциплины Уметь: - свободно решать задачи дисциплины; Владеть: - математическим мышлением	Знать: - основные задачи дисциплины - понятий функции, производной, непрерывности Уметь: - свободно решать задачи дисциплины; - дифференцировать, интегрировать Владеть: - математическим мышлением - правилами логического вывода	Знать: - основные задачи дисциплины - понятий функции, производной, непрерывности, сходимости, интегрируемости, нормы Уметь: - свободно решать задачи дисциплины; - дифференцировать, интегрировать, находить пределы, выполнять действия над матрицами Владеть: - математическим мышлением - правилами логического вывода, методом доказательства от противного, доказательством по определению.
	ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности	Знать: - основные соотношения дисциплины Уметь: - обобщать задачи дисциплины Владеть: - математической культурой как частью профессиональной культуры	Знать: - основные соотношения дисциплины - основные принципы формализации динамических процессов Уметь: - обобщать задачи дисциплины; - выделять формальную составляющую в любых динамических процессах, Владеть: - математической культурой как частью профессиональной культуры; - методами математического моделирования динамических систем	Знать: - основные соотношения дисциплины - основные принципы формализации динамических процессов - постановка основных задач теории динамических систем, моделируемых посредством операторных уравнений Уметь: - обобщать задачи дисциплины; - выделять формальную составляющую в любых динамических процессах, интерпретируя их как абстрактную математическую структуру Владеть: - математической культурой как частью профессиональной культуры; - методами математического

				<p>моделирования динамических систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными аналитическими методами решения и исследования операторных уравнений в абстрактных пространствах
	<p>ОПК-1.3</p> <p>Выбирает методы решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы дисциплины <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать задачи дисциплины; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием для решения задач в своей предметной области 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы дисциплины - основные идеи и результаты функционального анализа как аппарат исследования функционально-дифференциальных уравнений <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать задачи дисциплины; - правильно классифицировать задачи для операторных уравнений по свойствам и методам исследования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием для решения задач в своей предметной области 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы дисциплины - основные идеи и результаты функционального анализа как аппарат исследования функционально-дифференциальных уравнений - основные факты функционального анализа; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать задачи дисциплины; - правильно классифицировать задачи для операторных уравнений по свойствам и методам исследования - разрабатывать возможности применения теории операторных уравнений для исследования динамических систем <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием для решения задач в своей предметной области - техникой перехода от абстрактных функционально-аналитических структур к конкретным математическим моделям
ОПК-2 (основной)	<p>ОПК-2.1</p> <p>Использует математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия дисциплины <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сопоставлять подходы дисциплины; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим инструментарием дисциплины 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия дисциплины - основные понятия и теоремы: теории множеств <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сопоставлять подходы дисциплины; - правильно формулировать задачи (в том числе прикладные) <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим инструментарием дисциплины - основными поло- 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия дисциплины - основные понятия и теоремы: теории множеств, теории действительного числа, теории меры теории интеграла Лебега <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сопоставлять подходы дисциплины; - правильно формулировать и решать задачи (в том числе прикладные) средствами функционального анализа и теории функций <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим инструмен-

<p>продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов</p>		<p>жениями классических разделов теории функций действительного переменного</p>	<p>тарием дисциплины - основными положениями классических разделов теории функций действительного переменного</p>
<p>ОПК-2.2 Применяет математические основы программирования и языков, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов</p>	<p>Знать: - основной аппарат дисциплины Уметь: - ставить новые задачи дисциплины; Владеть: - математической культурой как частью общечеловеческой культуры;</p>	<p>Знать: - основной аппарат дисциплины - основные факты функционального анализа Уметь: - ставить новые задачи дисциплины; - точно и лаконично рассказывать или описывать решение задач Владеть: - математической культурой как частью общечеловеческой культуры; - базовыми идеями и методами теории функций действительного переменного</p>	<p>Знать: - основной аппарат дисциплины - основные факты функционального анализа; - основные функциональные структуры (пространства) математического анализа Уметь: - ставить новые задачи дисциплины; - точно и лаконично рассказывать или описывать решение задач, доказательство теорем, свойства рассматриваемых математических объектов Владеть: - математической культурой как частью общечеловеческой культуры; - базовыми идеями и методами теории функций действительного переменного; - системой основных математических структур и аксиоматическим методом</p>
<p>ОПК-2.3 Выбирает математический аппарат программирования и компьютерного моделирования при решении конкретных задач</p>	<p>Знать: - основные подходы дисциплины Уметь: - пользоваться математической литературой Владеть: - инструментарием для решения задач в смежных предметных областях</p>	<p>Знать: - основные подходы дисциплины - основные исследовательские методы функционального анализа Уметь: - пользоваться математической литературой - используя полученные знания, проводить исследования,</p>	<p>Знать: - основные подходы дисциплины - основные исследовательские методы функционального анализа и теории функций действительного переменного Уметь: - пользоваться математической литературой - используя полученные знания, проводить исследования, связанные с основными понятиями курса</p>

			<p>связанные с основными понятиями курса</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием для решения задач в смежных предметных областях - аппаратом функционального анализа; методами доказательства утверждений 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием для решения задач в смежных предметных областях - аппаратом функционального анализа; методами доказательства утверждений - аппаратом функционального анализа, методами применения этого аппарата к решению задач
--	--	--	---	---

7.3 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

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Метрические пространства	ОПК-1 ОПК-2	Лекция, практическое занятие, СРС	ВС КВЗПР №1 КВЗПР №2	1-6 1-10 1-6	Согласно табл. 7.2
2	Основные принципы линейного функционального анализа.	ОПК-1 ОПК-2	Лекция, практическое занятие, СРС	ВС КВЗПР №3 КВЗПР №4	7-13 1-5 1-14	Согласно табл. 7.2
3	Гильбертовы пространства	ОПК-1 ОПК-2	Лекция, практическое занятие, СРС	ВС КВЗПР №5 КВЗПР №6	14-18 1-10 1-6	Согласно табл. 7.2
4	Методы теории двойственности	ОПК-1 ОПК-2	Лекция, практическое занятие, СРС	ВС КВЗПР №7 КВЗПР №8	19-21 1-10 1-8	Согласно табл. 7.2
5	Пространства непрерывных и измеримых функций	ОПК-1 ОПК-2	Лекция, практическое занятие, СРС	ВС КВЗПР №9	22-24 1-3	Согласно табл. 7.2

ВС – вопросы для собеседования, КВЗПР – контрольные вопросы для защиты практической работы

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы для собеседования по теме I

1. Метрика, метрическое пространство. Примеры метрических пространств.
2. Предел последовательности в метрическом пространстве. Полные метрические пространства.
3. Теорема о вложенных шарах в полном метрическом пространстве.
4. Теорема Бэра о категории.
5. Принцип сжимающих отображений.
6. Компактные множества в метрических пространствах. Различные критерии компактности.

Контрольные вопросы для защиты практической работы №1

1. Метрическое пространство
2. Метрика
3. Эквивалентные метрики
4. Произведение метрических пространств
5. Неравенства Гёльдера и Минковского
6. Сходимость
7. Множества открытые и замкнутые
8. Производное множество
9. Замыкание множества
10. Плотность множеств

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и

различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задания в закрытой форме:

Размерность ядра ненулевого линейного функционала $f: \mathbb{R}^7 \rightarrow \mathbb{R}^1$ равна

Варианты ответов: 1) * 6 2) 3 3) 2 4) 4

Задание в открытой форме:

Докажите, что линейный оператор, ограниченный в пространстве ℓ_1 и в пространстве ℓ_∞ , ограничен также в пространстве ℓ_2

Задание на установление правильной последовательности:

Установите правильную последовательность установления условий, при которых пространство является метрическим.

1 шаг	$\rho(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y$
2 шаг	$\rho(x, y) = \rho(y, x)$
3 шаг	$(\forall x, y, z \in X) \rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$

Задание на установление соответствия:

Банахово пространство	отображение, устанавливающее взаимно однозначное соответствие между образом и прообразом.
Предгильбертово пространство	конечномерное вещественное векторное пространство с введённым на нём положительно определённым скалярным произведением
Евклидово пространство	вещественное или комплексное линейное пространство с определённым на нём скалярным произведением
Гильбертово пространство	обобщение евклидова пространства, допускающее бесконечную размерность

Компетентностно-ориентированная задача:

Доказать, что компакт нельзя изометрично отобразить на свое собственное подмножество.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для текущего контроля успеваемости по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Собеседование по теме №1	2	Выполнил, доля правильных ответов от 50% до 90%	4	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №1	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №2	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Собеседование по теме №2	1	Выполнил, доля правильных ответов от 50% до 90%	2	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №3	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №4	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Собеседование по теме №3	1	Выполнил, доля правильных ответов от 50% до 90%	2	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №5	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №6	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Собеседование по теме №4	1	Выполнил, доля правильных ответов от 50% до 90%	2	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №7	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №8	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Собеседование по теме №5	1	Выполнил, доля правильных ответов от 50% до 90%	2	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практическая работа №9	2	доля правильных ответов от 50% до 90%	4	доля правильных ответов более 90%
Итого	18		36	
СРС	6		12	

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Посещаемость	0		16	
Подготовка к экзамену, экзамен	0		36	
Всего	24		100	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ – 16 заданий (15 вопросов и 1 задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
 - задание в открытой форме – 2 балла,
 - решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.
- Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Осиленкер, Б.П. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Электронный режим] : учебно-практическое пособие / Б.П. Осиленкер ; Московский государственный строительный университет. – Москва : МГСУ, 2015. – 132 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.

2. Крепкогорский, В.Л. Функциональный анализ [Электронный режим] : учебное пособие / В.Л. Крепкогорский ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 116 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.

8.2 Дополнительная учебная литература

3. Данилин, А.Р. Функциональный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Р.Данилин. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. – 200 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

4. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный режим]: учебник / А.Н.Колмогоров. – 7-е изд. – М.: Физматлит, 2012. – 573с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.

5. Треногин В.А. Функциональный анализ [Электронный ресурс]: учебник / В.А.Треногин. – 3-е изд. – М.: Физматлит, 2002. – 488с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.

8.3 Перечень методических указаний

1. Функциональный анализ : методические рекомендации для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки бакалавров по дисциплине «Функциональный анализ» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. И. Дмитриев, Ю. А. Халин. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 11 с.

2. Функциональный анализ : методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Функциональный анализ» для направления подготовки 02.03.03 – Математическое обеспечение и администрирование информационных систем / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. И. Дмитриев, Ю. А. Халин. - Курск : ЮЗГУ, 2018. - 56 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Журналы в библиотеке университета.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Учебно-методический кафедральный комплекс – <http://www.swsu.ru/structura/up/ftd/kvm/page7.php>
2. Федеральный образовательный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru/>
3. Федеральный портал «Российское образование» - <http://edu.ru>
4. Свободная общедоступная мультязычная универсальная интернет-энциклопедия – <https://ru.wikipedia.org>
5. Общероссийский математический портал – www.mathnet.ru
6. Научная электронная библиотека – www.elibrary.ru
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Функциональный анализ» являются лекции и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студента на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Изучение данной дисциплины следует начинать с просмотра конспекта лекций сразу же после занятия. Студенту следует пометить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться на текущей консультации или на ближайшем занятии за помощью к преподавателю.

Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по практическим заданиям.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Математическая среда PTC MathCAD <http://ru.ptc.com/product/mathcad/download-free-trial>
 Онлайн-сервис WolframAlpha <http://www.wolframalpha.com/>

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета математики.

Оборудование кабинета математики:

- посадочные места студентов;
- рабочее место преподавателя;
- дидактическое обеспечение дисциплины;
- таблицы, чертежные инструменты.

Технические средства обучения:

- мультимедийный проектор;
- ноутбук;
- проекционный экран;

- колонки.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			