

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет компьютерных технологий  
Я.Ю.Григорьев  
«03» \_\_\_\_\_ /06/ 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Функциональный анализ»

Направление подготовки	02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
Направленность (профиль) образовательной программы	Технология программирования
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Прикладная математика»

Разработчик рабочей программы:

Зав.кафедрой, к.ф.-м.н., доцент  
(должность, степень, ученое звание)

  
(подпись)

Григорьева А.Л.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Прикладная математика  
(наименование кафедры)

  
(подпись)

Григорьева А.Л.  
(ФИО)

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Функциональный анализ» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта: № 809 от 23.08.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технология программирования» по направлению 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Практическая подготовка реализуется на основе профессиональных стандартов:

- 06.001 Программист (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 ноября 2013 г. N 679н) 3.4. Обобщенная трудовая функция: D. Разработка требований и проектирование программного обеспечения.

- 06.022 Системный аналитик (Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 24 ноября 2014 года, регистрационный N 34882) Обобщенная трудовая функция: С. Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.

Задачи дисциплины	Дать студентам теоретические знания по основным разделам курса. Научить студентов решению задач по соответствующим разделам курса. Предоставить студентам задания для самостоятельного выполнения и проконтролировать качество их решения. • Проконтролировать полученные знания, умения и навыки.
Основные разделы / темы дисциплины	Основные понятия функционального анализа. Полные метрические пространства. Принцип сжимающего отображения и его приложения.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соответствующих с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Функциональный анализ» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основные математические и физические теоремы, законы, алгоритмы решения задач ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания в области математических и естественных наук для решения задач прикладного характера ОПК-1.3 Владеет навыками анализа и использования основных математических, физических законов, теорем,	Знать основные естественнонаучные составляющие задач профессиональной деятельности, а также математические и физические теоремы, законы, алгоритмы решения задач Уметь использовать методы решения задач, математические, физические законы для решения задач прикладного характера Владеть навыками использования основных математиче-

	алгоритмов решения задач профессиональной деятельности	ских, физических законов, теорем, алгоритмов решения в задачах профессиональной деятельности
--	--	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональный анализ» изучается на 3 курсе, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Линейные преобразования и квадратичные формы», «Дискретная математика», «Основы вычислительной математики», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория функции комплексного переменного», «Философия», «Дифференциальные уравнения», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Классическая механика», «Прикладная механика».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Функциональный анализ», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Тензорный анализ», «Теория матриц».

Дисциплина «Функциональный анализ» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

Дисциплина «Функциональный анализ» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практи-	32

кумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	61
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема</b> Понятие о математической структуре. Функциональный анализ как раздел математики, изучающий математические структуры (категории пространств). Иерархия основных математических структур	3	6		10
<b>Тема</b> Простейшая (количественная) категория. Понятие мощности множества. Счетные и континуальные множества и их свойства	3	6		10
<b>Тема</b> Доказательство основных классических неравенств: Гёльдера, Минковского, Коши-Буняковского для конечных сумм, рядов, интегралов	3	6		10
<b>Тема</b> Метрические пространства. Примеры метрических пространств. Открытые и замкнутые шары в метрических пространствах. Понятие открытого, замкнутого множества в метрическом пространстве, их свойства	4	8*		10
<b>Тема</b> Понятие топологического пространства. Определение предела, непре-	3	6*		21

рывности в топологических терминах. Требования на топологию, обеспечивающие естественные свойства предела (хаусдорфовость топологии)				
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16	32		61

\*в виде практической подготовки

## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	20
Подготовка к занятиям семинарского типа	20
Подготовка и оформление РГР	21
	61

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1 Богачев, В.И. Функциональный анализ [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.И. Богачев, – М.: Изд-во ПСТГУ, 2011. – 396 с. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1784448/>, свободный. – Загл. с экрана.

2 Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 572 с. – Режим доступа: <https://edulib.com/matematika-2/dlya-studentov/kolmogorov-a-n-fomin-s-v-elementyi-teorii-funktsiy-i-funktsionalnogo-analiza-onlayn>, свободный. – Загл. с экрана.

### **8.2 Дополнительная литература**

1 Фирсов, И.П. Лекции по функциональному анализу [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Сухинов, И.П. Фирсов. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2009. - 189 с. ISBN 978-5-9275-0671-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/549858>.

2 Сазонов, Л.И. Функциональный анализ в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.В. Ревина, Л.И. Сазонов - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 120 с. ISBN 978-5-9275-0683-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556115>.

3 Шейпак, И.А. Задачи по функциональному анализу [Электронный ресурс]: Учебное пособие / П.А. Бородин, А.М. Савчук, И.А. Шейпак - М.:МЦНМО, 2017. - 334 с.:

ISBN 978-5-4439-3092-3 - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/970336>.

4 Кадец, В. М. Курс функционального анализа. [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. М. Кадец. – Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2006. – 607 с. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/810552/>, свободный. – Загл. с экрана.

5 Хелемский, А.Я. Лекции по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.Я. Хелемский, – М.: МЦНМО, 2004. – 552 с. – Режим доступа: <https://nashol.com/2014102680297/lekcii-po-funkcionalnomu-analizu-helemskii-a-ya-2004.html>, свободный. – Загл. с экрана.

6 Босс В. Лекции по математике. Т. 5: Функциональный анализ [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Босс, – М.: КомКнига, 2005. – 216 с. – Режим доступа: <http://mexalib.com/view/26793>, свободный. – Загл. с экрана.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Для повышения качества выживаемости знаний задачи контрольной работы должны подбираться с учетом необходимости применения знаний в последующих дисциплинах.

Проведение контроля текущей успеваемости, с одной стороны, позволяет получать адекватную информацию о степени усвоения учебного материала, с другой стороны, стимулирует ритмичность учебной деятельности.

Контрольная работа способствует лучшему освоению практических навыков по данному предмету, обобщает и систематизирует полученные знания, умения и навыки. Студент получает задания в начале семестра, а сдает выполненную контрольную работу в конце семестра.

#### 8.4 Студент, не выполнивший к концу семестра контрольную работу, не допускается **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе изучения дисциплины используются следующие ЭБС:

**Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM.**

Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г.

**Электронно-библиотечная система IPRbooks.**

Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г.

**Образовательная платформа Юрайт.**

Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г.

#### 8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

нет

#### 8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

нет

до экзамена.

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

## **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя,

характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Отсутствует

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

Отсутствуют

## **11 Другие сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****по дисциплине****«Функциональный анализ»**

Направление подготовки	02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
Направленность (профиль) образовательной программы	Технология программирования
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Прикладная математика»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основные математические и физические теоремы, законы, алгоритмы решения задач ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания в области математических и естественных наук для решения задач прикладного характера ОПК-1.3 Владеет навыками анализа и использования основных математических, физических законов, теорем, алгоритмов решения задач профессиональной деятельности	Знать основные естественнонаучные составляющие задач профессиональной деятельности, а также математические и физические теоремы, законы, алгоритмы решения задач Уметь использовать методы решения задач, математические, физические законы для решения задач прикладного характера Владеть навыками использования основных математических, физических законов, теорем, алгоритмов решения в задачах профессиональной деятельности

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Основные понятия функционального анализа. Полные метрические пространства. Принцип сжимающего отображения и его приложения.	ОПК-1	РГР	Знает основные понятия теории множеств и умеет их применять для решения задач.

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	РГР	В конце семестра	50 баллов	<p>50 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>15 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
Текущий контроль:		-	_50_ баллов	-
Экзамен:		-	_50_ баллов	<p>50 баллов – дан полный ответ, приведены примеры.</p> <p>40 баллов – дан полный ответ, допущены неточности.</p> <p>30 баллов – дан неполный ответ, допущены ошибки.</p> <p>20 баллов – ответ на вопрос билета отсутствует или неверен.</p>
ИТОГО:		-	_55_ баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

## РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

### Задание 1

1. В метрическом пространстве  $R$  с обычной метрикой  $\rho(x, y) = |x - y|$  построить пример пересечения совокупности открытых множеств, которое не являлось бы открытым.

2. В метрическом пространстве  $R$  с обычной метрикой  $\rho(x, y) = |x - y|$  построить пример объединения совокупности замкнутых множеств, которое не являлось бы замкнутым.

3. В метрическом пространстве  $R_1^2$  изобразить замкнутый шар единичного радиуса с центром в нуле.

4. В метрическом пространстве  $R_2^2$  изобразить замкнутый шар единичного радиуса с центром в нуле.

5. В метрическом пространстве  $R_\infty^2$  изобразить замкнутый шар единичного радиуса с центром в нуле.

6. В метрическом пространстве  $R_1^3$  изобразить замкнутый шар единичного радиуса с центром в нуле.

### Задание 2

1. Проверьте, принадлежит ли открытому шару  $O_1(\bar{0})$ , где  $\bar{0} = (0, 0, 0, \dots)$  точка  $x = \left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{\underbrace{1}_{2^n}}, \dots\right)$  в метрическом пространстве  $l_1$ .

2. Проверьте, принадлежит ли открытому шару  $O_{0,5}(\bar{0})$ , где  $\bar{0} = (0, 0, 0, \dots)$  точка  $x = \left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{\underbrace{1}_{2^n}}, \dots\right)$  в метрическом пространстве  $l_2$ .

3. Проверьте, принадлежит ли замкнутому шару  $\bar{O}_1(\bar{0})$ , где  $\bar{0} = (0, 0, 0, \dots)$  точка  $x = \left(1, -\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{\underbrace{1}_{2^{n-1}}}, \dots\right)$  в метрическом пространстве  $l_\infty$ .

### Задание 3

1. Пусть  $O_1$  и  $O_2$  - два открытых шара в метрическом пространстве, пересечение которых не пусто. Докажите, что существует открытый шар, принадлежащий их пересечению.

2. Доказать, что открытый шар в метрическом пространстве является открытым множеством.

3. Доказать, что замкнутый шар в метрическом пространстве является замкнутым множеством.

4. В метрическом пространстве ограниченных последовательностей  $l_\infty$  рассмотрим последовательность  $\{e_i\}$  так называемых координатных ортов:

$$e_1 = 1, 0, 0, \dots$$

$$e_2 = 0, 1, 0, \dots$$

$$e_3 = 0, 0, 1, 0, \dots \text{ и т. д.}$$

К какой точке пространства  $l_\infty$  сходится данная последовательность покоординатно? Является ли эта точка пределом последовательности  $\{e_i\}$  в метрике  $l_\infty$ ? Сходится ли вообще последовательность  $\{e_i\}$  в  $l_\infty$ ?

5. Докажите, что при непрерывном отображении прообраз замкнутого множества тоже замкнут.

6. Пространство  $C[a, b]$  непрерывных функций рассматривается с обычной равномерной метрикой. Проверить, является ли функционал  $F(y) = \max_{x \in [a, b]} y(x)$  непрерывным.

7. Пространство  $C[a, b]$  непрерывных функций рассматривается с обычной равномерной метрикой. Проверить, является ли функционал  $F(y) = \min_{x \in [a, b]} y(x)$  непрерывным.

### Задание

Найдите приближенное решение заданной системы линейных уравнений  $A \cdot X = B$ , выделив сжимающий оператор и вычислив пять членов итерационной последовательности. Найдите отклонение полученного приближенного решения от точного решения системы в метриках пространств  $R_1^3$ ,  $R_2^3$ ,  $R_\infty^3$ . Все требуемые вычисления провести в среде MathCAD.

$$1. \quad A = \begin{pmatrix} 100 & 8 & -2 \\ 1 & 200 & 7 \\ 3 & -5 & -50 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -50 \\ 40 \\ 20 \end{pmatrix}$$

$$2. \quad A = \begin{pmatrix} -100 & 18 & -9 \\ 1 & 300 & 17 \\ 13 & -7 & -80 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 150 \\ 400 \\ 120 \end{pmatrix}$$

$$3. \quad A = \begin{pmatrix} 700 & 81 & -42 \\ 11 & 500 & 70 \\ 30 & -25 & -500 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -50 \\ 47 \\ 200 \end{pmatrix}$$

### Теоретические вопросы к экзамену

1. Понятие о математической структуре. Иерархия основных математических структур.

2. Доказательство основных классических неравенств: Гёльдера, Минковского, Коши-Буняковского для конечных сумм, рядов, интегралов.

3. Понятие метрического пространства. Примеры метрических пространств.

4. Открытые и замкнутые шары в метрических пространствах. Понятие открытого, замкнутого множества в метрическом пространстве, их свойства.

5. Понятие предела последовательности в метрическом пространстве, его единственность.

6. Понятие топологического пространства. Определение предела, непрерывности в топологических терминах. Требования на топологию, обеспечивающие естественные свойства предела (хаусдорфовость).



