



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

Гolik С.С.

«УТВЕРЖДАЮ»



Заведующий кафедрой общей и экспериментальной  
Физики

Короченцев В.В.

(Подпись)

01 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Элементы функционального анализа

Направление подготовки – 03.03.02 Физика

Фундаментальная и прикладная физика

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5

лекции 34 час.

практические занятия 16 час.

лабораторные работы 0 час.

в том числе с использованием MAO лек. 0 /пр. 8 /лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 50 час.

в том числе с использованием MAO 8 час.

в том числе в электронной форме 0 час

самостоятельная работа 58 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (2)

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями собственного образовательного стандарта ДВФУ, утвержденного приказом ректора № 12-13-1282 от 07.07.2015г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики, протокол № 4 от «12» декабря 2019 г.

Заведующий кафедрой теоретической и экспериментальной физики к. х. н., доцент Короченцев В.В.  
Составитель (ли): Клевчихин Ю.А.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация дисциплины

### «Элементы функционального анализа»

Курс «Элементы функционального анализа» предназначен для студентов очной формы обучения направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная и прикладная физика».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (34 часа), практические занятия (16 часов), самостоятельная работа (58 часов, в том числе на подготовку к экзамену 36 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5-м семестре.

Дисциплина «Элементы функционального анализа» относится к базовой части дисциплин.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

«Математический анализ», «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление», «Методы математической физики», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: линейные, топологические и нормированные пространства; пространства непрерывных и суммируемых функций; гильбертово пространство; теория двойственности, линейные операторы, элементы спектральной теории.

**Цель** изучения дисциплины – приобретение систематизированных знаний по основным элементам функционального анализа.

#### **Задачи:**

- изучение основных принципов функционального анализа;
- освоение математического аппарата функционального анализа;
- изучение основных понятий и уравнений функционального анализа;
- приобретение навыков решения задач по дисциплине элементы функционального анализа.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся

формируются следующие общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2, способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания	Знает	основные понятия и методы функционального анализа.
фундаментальных разделов математики, создавать математические модели	Умеет	применять методы функционального анализа в различных областях математики.
типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Владеет	классическим математическим аппаратом функционального анализа.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Элементы функционального анализа» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: работа в малых группах, разминка, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция-визуализация, мозговой штурм, занятие-обобщение с денотатным графом.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)**

### **Раздел 1. Пространства (8 часов)**

#### **Тема 1. Метрические пространства (4 час.)**

Метрика. Примеры метрических пространств. Топология метрических пространств. Полнота, компактность, связность. Принцип сжатых отображений. Принцип вложенных шаров. Теорема Бэра о категориях. Бэровские пространства.

#### **Тема 2. Компактность (4 час.)**

Компактность в метрических пространствах. Критерий Хаусдорфа.

Критерий Арцеллы, теорема Пеано.

**Раздел 2. Нормированные пространства (4 час.)**

**Тема 3. Геометрия нормированного пространства (4 час.)**

Определение. Примеры. Критерий полноты (через ряды). Линейные операторы и функционалы в нормированном пространстве. Сопряженное пространство. Норма в пространстве линейных операторов.

**Раздел 3. Гильбертовы пространства (6 час.)**

**Тема 4. Геометрия гильбертова пространства (6 час.)**

Гильбертово пространство. Неравенство Коши-Буняковского. Тождество поляризации. Ортонормированные системы. Ряды Фурье. Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля. Полнота и замкнутость ортонормальных систем. Теорема Рисса-Фишера. Немного о вейвлетах.

**Раздел 4. Некоторые вопросы теории операторов (18 час.).**

**Тема 5. Ограниченные и неограниченные операторы (8 час.)**

Ограниченность и непрерывность линейного оператора. Норма ограниченного оператора. Обратимость операторов. Критерий. Сопряженные операторы и их норма. Слабая, сильная и сходимость по норме последовательностей операторов. Самосопряженные операторы в гильбертовом пространстве.

**Тема 6. Вполне непрерывные операторы (2 час ).**

Определены и основные свойства вполне непрерывных операторов. Операторы Гильберта-Шмидта. Теория Фредгольма.

**Тема 7. Спектр и резольвента самосопряженного оператора (8час.)**

Определение резольвенты линейного оператора спектра и резольвентного спектра и резольвентное множество. Операторы проектирования и спектральное разложение самосопряженного оператора в гильбертовом пространстве.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практические занятия (18 час.)**

- Занятие 1. Метрика, метрическое пространство (2 час.)**
- Занятие 2. Норма и нормированные пространства. (2 час.)**
- Занятие 3. Вычисление нормы линейных функционалов(2 час.)**
- Занятие 4. Геометрия гильбертова пространства (2 час.)**
- Занятие 5. Ряды Фурье и разложение элементов гильбертова пространства в ряды Фурье (2 час.)**
- Занятие 6. Обратимость операторов. Нахождение обратного оператора (2 час.)**
- Занятие 7. Функция Грина дифференциального оператора (2 час.)**
- Занятие 8. Спектр конечномерного оператора и его нахождение (2 час.)**
- Занятие 9. Обобщенные функции и пространства Соболева (2 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Элементы функционального анализа» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Метрика и полнота метрических пространств	ОПК-2	Домашние задания	Коллоквиумы в середине и конце семестра
2	Сжимающие отображения и их неподвижные точки	ОПК-2	Домашние задания	

3	Вычисление нормы функционалов и операторов	ОПК-2		Домашние задания
4	Нахождение оператора, сопряженного данному	ОПК-2		Домашние задания
5	Обратимость операторов	ОПК-2		Домашние задания
6	Спектр оператора и его исследование	ОПК-2		Домашние задания
7	Построение функции Грина дифференциального оператора	ОПК-2		Домашние задания

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература (электронные и печатные издания)**

**1.** Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа [Текст]: учебное пособие/ Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. – М.: Лань, 2009 – 270 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:307398&theme=FEFU>

**2.** Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа[Текст]/ А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин ; Московский государственный университет. – М.:Физматлит, 2012– 570 с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674409&theme=FEFU>

**3.** Треногин В.А. Функциональный анализ[Текст]: учебник / В. А. Треногин.– М.:Физматлит, 2007 – 488с.

ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248855&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература (печатные и электронные издания)**

1. Данфорд Н., Шварц Дж. Линейные операторы. Общая теория[Текст] / Н. Данфорд, Дж. Шварц. – М.: Мир, 1962.
2. Данфорд Н., Шварц Дж. Линейные операторы. Спектральная теория[Текст] / Н. Данфорд, Дж. Шварц. – М.: Мир, 1966.
3. Вайнберг М.М. Функциональный анализ [Текст] / М.М. Вайнберг. – М.: Просвещение, 1979.
4. Иосида К. Функциональный анализ[Текст] / К. Иосида. – М.: Мир, 1967.  
ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:68582&theme=FEFU>

5. Клевчихин Ю.А. Лекции по функциональному анализу[Текст] / Ю.А. Клевчихин. – Владивосток, 2015

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://www.twirpx.com/files/mathematics/algebra/analysis.html>
2. <http://www.twirpx.com/files/mathematics/algebra/analysis/pbooks.html>
- 3.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. bb.dvfu.ru Клевчихин Ю.А. Математический анализ
2. Системы компьютерной алгебры maxima, maple, mathematica(wolfram)

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и



анализируют его. При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия проводятся в аудитории, снабженной проектором, экраном и мониторами для проведения лекций презентаций и демонстрации аудитории других видео и наглядных пособий.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Элементы функционального анализа»**

**Направление – 03.03.02 «Физика»**

**Профиль «Фундаментальная и прикладная физика»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

2020

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	15 марта	ИДЗ	6 час	Проверка сданной работы и собеседование
2	25 мая	ИДЗ	6 час	Проверка сданной работы и собеседование

#### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

В рамках данной дисциплины предусмотрено 72 часа самостоятельной работы, которая необходима при проработке материала лекции, выполнения индивидуальных заданий, подготовке к контрольным работам, экзамену.

В самостоятельную работу по дисциплине «Элементы функционального анализа» включены следующие виды деятельности:

- поиск информации по темам для самостоятельного изучения;
- разбор теоретических аспектов практических работ;
- подготовка к текущему и промежуточному контролю.

Для закрепления навыков и знаний студента, полученных на практических и лекционных занятиях, студенту в течение курса выдаются индивидуальные домашние задания (ИДЗ). Для выполнения ИДЗ необходимо использовать все полученные знания и умения.

Студенту следует тщательно планировать и организовывать время, необходимое для изучения дисциплины. Недопустимо откладывать ознакомление с теоретической частью и выполнение ИДЗ, поскольку это неминуемо приведет к снижению качества освоения материала. Все виды работ по дисциплине рекомендуется выполнять по календарному плану.

#### Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая

красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

#### Работа с литературными источниками

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

#### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы (индивидуальных домашних заданий)**

Выполнение ИЗ и РГР и их защита оцениваются по пятибалльной шкале. Без защиты оценка за ИДЗ не выставляется. Количество баллов соответствует уровню выполнения заданий. Пять баллов соответствует самостоятельному верному выполнению всех заданий. Четыре бала самостоятельному верному выполнению заданий на 76-85%. Три бала – 61-75%. Два балла – менее 60%.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Элементы функционального анализа»**

**Направление – 03.03.02 «Физика»**

**Профиль «Фундаментальная и прикладная физика»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2020**  
**Паспорт ФОС**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Знает	основные понятия и методы функционального анализа.
	Умеет	применять методы функционального анализа в различных областях математики.
	Владеет	классическим математическим аппаратом функционального анализа.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Метрика и полнота метрических пространств	ОПК-2	Домашние задания	Коллоквиумы в середине и конце семестра
2	Сжимающие отображения и их неподвижные точки	ОПК-2	Домашние задания	
3	Вычисление нормы функционалов и операторов	ОПК-2	Домашние задания	
4	Нахождение оператора, сопряженного данному	ОПК-2	Домашние задания	
5	Обратимость операторов	ОПК-2	Домашние задания	
6	Спектр оператора и его исследование	ОПК-2	Домашние задания	
7	Построение функции Грина дифференциального оператора	ОПК-2	Домашние задания	

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p>ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости модели</p>	знает (пороговый уровень)	основные понятия и теоремы курса	Знание определений, основных понятий математического анализа; основных законов естественнонаучных (математических) дисциплин и их роли в профессиональной деятельности	- способность дать определения основных понятий математического анализа, - способностью перечислить источники информации
	умеет (продвинутой)	самостоятельно изучать дополнительные разделы дисциплины	- умение самостоятельно изучить доказательства некоторых понятий математики	- способность на основе самостоятельно изученного материала представить доказательство некоторых понятий математики
	владеет (высокий)	навыками изучения математической литературы, способностью анализировать и обобщать полученные знания	владение навыками анализа и обобщения полученных знаний	- способность уверенно владеть математическими методами решения типовых задач - способность обосновать выбранный метод решения
	знает (пороговый уровень)	основные понятия математического анализа, методы анализа изучаемых явлений	знание определений, основных понятий математического анализа; основных законов естественнонаучных (математических) дисциплин и их роли в профессиональной деятельности	способность дать определения основных понятий математического анализа.



	умеет (продвину- тый)	использовать соответствующ ий математически й аппарат, решать типовые задачи,  строить математически е модели	умение применять полученные знания для решения математических задач, использовать математический язык и символику при построении моделей; обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	- способность самостоятельно изучить доказательство некоторых понятий математики -способность применять изученные методы решения для нестандартного решения поставленных задач - способность обосновать выбранный метод решения
	владеет (высокий)	способностью выбирать оптимальное решение поставленной задачи,  навыками применения математически х моделей для описания и исследования реальных объектов	владение математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно- управленческих и научных задач, владение навыками работы с компьютером в области познавательной и профессиональной деятельности	- способность уверенн о владеть математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно- управленческих и научных задач -способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования в устных ответах на вопросы и в письменных работах

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Элементы функционального анализа» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация по дисциплине «Математический анализ» проводится в форме экзамена, который выставляется при сдаче всех отчетных мероприятий по текущей аттестации.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Элементы функционального анализа» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Элементы функционального анализа» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, индивидуальные домашние задания, контрольные работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний (собеседования, контрольные работы);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (собеседования, индивидуальные домашние задания, контрольные работы);
- результаты самостоятельной работы (собеседования, индивидуальные домашние задания, контрольная работа).

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Экзамен**

##### **Вопросы к экзамену**

1. Понятие пространства. Метрическое пространство.
2. Виды топологий метрических пространств.
3. Полнота, компактность, связность.
4. Принцип сжатых отображений. Принцип вложенных шаров
5. Теорема Бэра о категориях. Бэровские пространства.
6. Компактность в метрических пространствах.
7. Критерий Хаусдорфа. Критерий Арцеллы, теорема Пеано 8. Лемма о вложенных отрезках.
9. Нормированные пространства и их виды .
10. Критерий полноты (через ряды).
11. Лемма Больцано-Вейерштрасса.
12. Линейные операторы и функционалы в нормированном пространстве.
13. Понятие предела функции. Определение по Гейне, по Коши.
14. Сопряженное пространство. Норма в пространстве линейных операторов.
15. Гильбертово пространство.
16. Критерий Коши существования предела функции.
17. Бесконечно малые функции.

18. Бесконечно большие функции. Связь б.б. с б.м.
19. Теоремы о пределах функции, связанных неравенствами.
20. Основная теорема о пределах функции (арифметические операции над пределами функций).
21. Неравенство Коши-Буняковского.
22. Тождество поляризации.
23. Сравнение б.м. и б.б. функций.
24. Непрерывность функции. Различные определения. Классификация точек разрыва.
25. Первая теорема Вейерштрасса об ограниченности непрерывной функции.
26. Вторая теорема Вейерштрасса о наибольшем и наименьшем значении функции.
27. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении функции. Следствия.
28. Обратная функция и ее непрерывность.
29. Сложная функция и ее непрерывность.
30. Арифметические операции над непрерывными функциями.

### **Критерии оценки:**

#### **Пример экзаменационного билета**

---

Билет №1

Задание 1

Непрерывность функции. Различные определения. Классификация точек разрыва

Задание 2

Тождество поляризации

Задание 3

#### **Критерии оценки к экзамену**

##### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе самостоятельно изученного материала и проведенных ранее лабораторных и практических работ.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

##### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

### Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки.

2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

### Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

### Оценочные средства для текущей аттестации

#### Пример заданий контрольной работы 1

Контрольная работа «Дифференцирование функций одной переменной».

А.) Найти производные следующих функций.

1.  $y = \sqrt[4]{(1-3x)^3}$ .

2.  $y = \sqrt{1 + \sqrt{1+2x}}$ .

3.  $y = (1-8\cos x)^3$ .

4.  $y = \sin(\sin 2x)$ .

5.  $y = \ln \frac{(x-1)^5}{x-2}$ .

6.  $y = \ln^3 \sqrt{1-x^2}$ .

7.  $y = 4^{\sqrt{5-x^2}}$ .

8.  $y = (5-x + \sqrt[3]{x})^{-2}$ .

9.  $y = 3\sqrt{\frac{x+4}{x-4}}$ .

10.  $y = 1 + 2 \sin(\arctg x)$ .

11.  $y = \left(\frac{\pi}{3} + \arccos \frac{x}{2}\right)^3$ .

12.  $y = \ln(x^3 + 6x^2 - 5x)$ .

13.  $y = \ln(e^{x-1} + 1)$ .

14.  $y = e^{\frac{\sqrt{3}}{2} - \cos 10x}$ .

15.  $y = e^{x^3 - 4x^2 - 9}$ .

16.  $y = \arcsin \sqrt{\frac{x}{x+1}}$ .

17.  $y = \arctg \frac{2+x}{1-2x}$ .

18.  $x \sin y - \cos y + \cos 2y = 0$ .

19.  $x^4 + y^4 = x^2 y^2 + 1$ .

20.  $\begin{cases} x = \arcsin(t^2 - 1) \\ y = \arccos 2t \end{cases}$ .

21.  $\begin{cases} x = \cos 2t \\ y = \sin^2 t \end{cases}$ .

22.  $y = \left(\ln \frac{1}{x}\right)^{2x}$ .

23.  $y = (\arccos 3x)^{\sqrt{x-2}}$ .

Б.) Вычислить приближенно, используя дифференциал.

1.  $\sqrt[4]{82}$ .

2.  $\arctg \sqrt{0,97}$ .

3.  $e^{0,98}$ .

## Пример заданий контрольной работы 2

Контрольная работа «Криволинейные и поверхностные интегралы».

А.) Вычислить криволинейные интегралы:

1.  $\int_C xy ds$ , где  $C$  – контур квадрата  $|x| + |y| = 1$ ;

2.  $\int_C 2xy dx + (y-1) dy$ , где  $C$  – дуга первой арки циклоиды;

4.  $\int_C y^2 dx + x^2 dy$ , где  $C$  – верхняя половина окружности с центром в начале координат и радиуса 4, пробегаемая по ходу часовой стрелки;

5.  $\int_L xy dl$ , где  $L$  – прямоугольник, ограниченный  $xy = 0$ ,  $x = 4$ ,  $y = 0$ ,  $y = 2$ ;

6.  $\int_L y dx + x dy$ , где  $L$  – четверть окружности  $x = r \cdot \cos t$ ,  $y = r \cdot \sin t$ ,  $0 \leq t \leq \pi/2$ .

Б.) Вычислить несобственные интегралы или доказать их расходимость:

1.  $\int_0^{\infty} \frac{x dx}{16x^4 + 1}$ ;                      2.  $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt[3]{2-4x}}$ .

В.) Найти первообразную функцию, если  $du = (12x^2y + 1/y^2)dx + (4x^3 - 2x/y^3)dy$ .

Г.) Вычислить поверхностные интегралы:

1.  $\iint_S x ds$ , где  $S$  – часть сферы  $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ , лежащая в первом октанте;

2.  $\iint_S xy dy dz$ , где  $S$  – внешняя сторона пирамиды, составленной плоскостями  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $z = 0$ ,  $x + y + z = 1$ .

### Критерии оценки

86-100 баллов выставляется студенту, если решение задач показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала, а также основного содержания лекционного курса; студент демонстрирует владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией математического анализа, логически корректное решение задач.

76-85 баллов – если студент показывает знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса, умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе решения задач в рамках данной темы, в целом логически корректное, но не всегда правильное аргументированное решение задач.

61-75 баллов – если студент показывает фрагментарное, поверхностное знание важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;

затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии математического анализа; частичные затруднения с выполнением заданий, демонстрирует стремление логически обоснованно и последовательно изложить решение задачи.

50-60 баллов – если студент показывает незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала, неумение использовать понятийный аппарат математики; отсутствие логики в решении задач.