

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



ТВЕРЖДАЮ:

Директор по научной работе и  
инновациям

Шарафан М.В.

подпись

28 » мая 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.01.01 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ**

### **ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА И ТОПОЛОГИИ**

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Направленность 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), приказ № 866 от 30 июля 2014 г.

Программу составил(и):

Бабешко В.А., академик РАН д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой математического моделирования



подпись

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» утверждена на заседании кафедры математического моделирования  
протокол № 10 «20» мая 2021 г.


Заведующий кафедрой математического моделирования  
Бабешко В.А.



подпись

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» утверждена на заседании кафедры прикладной математики  
протокол № 10 «20» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики  
Ургенов М.Х.



подпись

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры Звягинцева Н.Ю.



подпись

## **1. Цели и задачи учебной дисциплины**

Цели изучения дисциплины определены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и соотнесены с общими целями ООП ВО по данному направлению подготовки, профиль 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела, в рамках которого преподается дисциплина.

### **1.1 Цели изучения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» является формирование углубленных теоретических знаний и освоение подходов к исследованию математических моделей с использованием топологических методов, овладение аппаратом обобщенных функций, топологии, внешних форм, получение опыта эффективного применения математических методов в научной деятельности, выбора адекватного математического аппарата, анализа и практической интерпретации полученных результатов, формирование профессиональных навыков исследователя.

### **1.2 Задачи дисциплины**

В **задачи** изучения дисциплины входит:

- совершенствование уровня фундаментальной и специальной подготовки по математике для уверенного применения понятий и методов функционального анализа и топологии при исследовании и решении задач;
- углубление знаний по важным разделам функционального анализа и топологии, применяемым при исследовании задач механики деформируемого твердого тела;
- формирование навыков исследования математических моделей путем выбора адекватного математического аппарата;
- привитие практических навыков использования топологических методов при решении прикладных задач, анализе и моделировании реальных процессов.

Процесс освоения данной дисциплины направлен на развитие способности использовать углубленные теоретические знания в области математики для научных исследований, обеспечивающей успешное проведение аспирантом профессиональной деятельности, владение методологией формулирования, исследования и решения теоретических и прикладных задач.

### **1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного

плана подготовки аспиранта, базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования.

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВО. Дисциплина «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» связана с другими дисциплинами вариативной части, такими как: «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования», «Факторизационные методы и их приложения». В соответствии с учебным планом, занятия по данной дисциплине проводятся на втором курсе обучения.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при изучении курса «Факторизационные методы и их приложения», а также при подготовке и написании диссертации по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Для усвоения дисциплины обучающийся должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и навыками владения информационными технологиями и пакетами компьютерной поддержки прикладных исследований.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа, из которых 8 лекционных, 12 лабораторных, 97 часов самостоятельной работы и 27 часов подготовки к экзамену.

Форма контроля – экзамен.

#### **1.4. Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины**

В результате изучения дисциплины обучающийся должен овладеть рядом профессиональных компетенций.

<b><i>Общепрофессиональные компетенции</i></b>	
<b>ОПК-1</b>	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
<b>ПК-1</b>	способностью к комплексному анализу результатов научно-исследовательских работ и грамотному использованию на практике основных принципов, концепций и методов механики деформируемого твердого тела на уровне современного развития науки, техники и технологий

## 1.5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Дополнительные главы функционального анализа и топологии», должны:

шифр	Структура компетенции
<i>знать</i>	
ОПК-1	– современный математический аппарат обобщенных функций и топологии <b>З(ОПК-1)-1</b> ; – методы внешнего анализа <b>З(ОПК-1)-2</b>
ПК-1	– понятия общей топологии <b>З(ПК-1)-1</b>
<i>уметь</i>	
ОПК-1	– обоснованно выбирать методы исследования и решения задач <b>У(ОПК-1)-1</b> ;
ПК-1	– формулировать динамические задачи теории упругости для сред, обладающих сложными физико-механическими свойствами <b>У(ПК-1)-1</b>
<i>владеть</i>	
ОПК-1	– основами теории обобщенных функций <b>В(ОПК-1)-1</b> ; – основами теории внешних форм <b>В(ОПК-1)-2</b> ;
ПК-1	– навыками использования топологических методов применительно к задачам механики деформируемого твердого тела <b>В(ПК-1)-1</b> ; – навыками построения простейших блочных элементов <b>В(ПК-1)-1</b>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Таблица 2.1.1

Вид работы	Трудоемкость, часов
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>20</b>
Лекции (Л)	8
Практические занятия	–
Лабораторные занятия (ЛЗ)	12
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>97</b>
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	–
Индивидуальное задание (РГЗ)	10
Реферат (Р)	6
Эссе (Э)	–

Вид работы	Трудоемкость, часов
Самоподготовка	64
Подготовка и сдача экзамена	27
<b>Вид итогового контроля</b>	зачет

## 2.2 Содержание разделов дисциплины

Таблица 2.2.1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	Обобщенные функции	Понятие обобщенных функций. Действия над обобщенными функциями. Дифференциальные уравнения в обобщенных функциях. Действия над обобщенными функциями нескольких переменных. Преобразование Фурье обобщенных функций. Свойства.	Опрос по результатам самостоятельной работы	
2	Общая топология	Топологические пространства. Непрерывные отображения. Гомерморфизм. Гомотопия. Фактортопологии. Связность. Отделимость и пространство Хаусдорфа. Компактность. Теоремы Урысона. Разбиение единицы. Топологические многообразия.	Подготовка и представление реферата	
3	Целые и мероморфные функции.	Определения. Рост целой функции. Порядок и тип целой функции. Индикатриса роста целой функции. Связь между ростом целой функции и ее нулями.	Опрос по результатам самостоятельной работы	ЮНЦ РАН
4	Внешние формы	Основы тензорного анализа. Пространство полилинейных форм. Альтернация полилинейных форм. Внешние произведения внешних форм. Пространство внешних форм. Координатное выражение внешних форм. Касательные	Опрос по результатам лабораторной работы	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		пространства. Внешние дифференциальные формы. Внешний дифференциал. Индуцированное отображение внешних форм. Интегрирование внешних форм. Понятие цепи. Граница цепи. Оператор проектирования. Регулярное погружение.		
5	Блочный элемент	Понятие блочного элемента. Связь блочного элемента с топологическими многообразиями. Применение блочного элемента для решения дифференциальных уравнений. Применение блочного элемента для решения интегральных уравнений. Примеры блочных элементов	Опрос по результатам лабораторной работы  Подготовка и представление реферата	

### 2.3 Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Таблица 2.3.1. Разделы дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа	
			Л	Л	СР	Контроль
1	2	3	4	5	6	7
1	Обобщенные функции	12	2	–	10	5
2	Общая топология	14	2	2	10	5
3	Целые и мероморфные функции.	14	2	2	10	5
4	Внешние формы	36	2	4	30	5
5	Блочный элемент	41	–	4	37	7
<b>Итого:</b>		<b>144</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>97</b>	<b>27</b>

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

**Раздел 1.** Понятие обобщенных функций. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Понятие носителя и равенства двух обобщенных функций. Действия над обобщенными функциями. Дифференциальные уравнения в обобщенных функциях. Преобразование Фурье обобщенных функций. Свойства. (2 ч.).

**Раздел 2.** Топологические пространства. Отображения непрерывные, равномерно непрерывные, сюръективные, инъективные, биективные. Топологическая эквивалентность пространств. Гомерморфизм. Гомотопия. Фактортопологии. Связность. (2 ч.).

**Раздел 3.** Определения. Рост целой функции. Порядок и тип целой функции. Индикатриса роста целой функции. (2 ч.).

**Раздел 4.** Пространство полилинейных форм. Альтернатива полилинейных форм. Внешние произведения внешних форм. Пространство внешних форм. Координатное выражение внешних форм. Внешние дифференциальные формы. Внешний дифференциал. (2 ч.).

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные работы

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Метод «склейки». Склейка двумерных поверхностей
2	3	Разложение целых и мероморфных функций
3,4	4	Построение внешних форм
5,6	5	Построение блочных элементов

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Содержание приведенной основной и дополнительной литературы позволяет охватить широкий круг методов обобщенных функций, топологии и теории внешних форм.

### 2.4.1 Содержание самостоятельной работы

**Раздел 1.** Действия над обобщенными функциями нескольких переменных. Интегральные преобразования обобщенных функций и их свойства.

**Раздел 2.** Топологическая структура. Топологические пространства. Широкое понятие Римановой поверхности. Нормальные пространства и



функциональная отделимость. Теоремы Урысона. Компактные топологические пространства. Понятия гомотопии, ретракции, деформации.

**Раздел 3.** Разложение целых и мероморфных функций. Теорема Миттаг–Леффлера. Теорема Вейерштрасса.

**Раздел 4.** Индуцированное отображение внешних форм. Интегрирование внешних форм. Понятие цепи. Граница цепи. Оператор проектирования. Регулярное погружение

**Раздел 5.** Понятие блочного элемента. Связь блочного элемента с топологическими многообразиями. Применение блочного элемента для решения дифференциальных уравнений. Приложения теории блочного элемента в области фундаментальных наук.

#### **2.4.2. Перечень вопросов для самоподготовки**

1. Действия над обобщенными функциями.
2. Свойства преобразования Фурье обобщенных функций.
3. Понятие метрического пространства.
4. Расстояние между элементами в Евклидовом пространстве.
5. Примеры метрических пространств.
6. Порядок и тип целой функции.
7. Дифференциальные уравнения с обобщенными функциями.
8. Окрестности в метрических пространствах.
9. Сепарабельные метрические пространства.
10. Окрестность точки.
11. Аксиомы топологических пространств.
12. Определения топологических пространств.
13. Хаусдорфово топологическое пространство
14. Регулярное топологическое пространство
15. Нормальное топологическое пространство.
16. Отображение топологических пространств.
17. Непрерывные отображения.
18. Компактность топологических пространств.
19. База топологического пространства.
20. Карты и атласы.
21. Гладкие отображения.
22. Свойства непрерывных отображений.
23. Римановы поверхности.
24. Многообразия.
25. Связь многообразий с поверхностями.
26. Многообразия с краем.
27. Тензоры, как дифференцируемые объекты на многообразиях.
28. Связь тензоров с внешними формами.
29. Свойства внешних форм.
30. Внешние произведения внешних форм.
31. Пространства внешних форм.

32. Примеры внешних форм
33. Интеграл Стокса
34. Примеры отделенных множеств
35. Примеры связанных множеств

### 2.4.2 Примерные задания для самоподготовки

1. Докажите, что каждое метрическое пространство гомеоморфно метрическому пространству, диаметр которого не превосходит единицы.

2. Найти свертки

$$\delta_a * \delta_{-a} \text{ и } \delta_a * \delta_b .$$

3. Докажите, что

$$\alpha(x)\delta(x) = \alpha(0)\delta(x), \quad \alpha(x) \in C^\infty(\mathbb{R}).$$

4. Докажите, что каждое метрическое пространство удовлетворяет первой аксиоме счетности (для  $\forall x \in X$  существует счетная база окрестности этой точки).

5. Найдите предел последовательности

$$\mathcal{D}'(\mathbb{R}): \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \operatorname{arctg} nx.$$

6. Докажите следующие предельные соотношения:

$$\frac{1}{2\sqrt{\pi\varepsilon}} e^{-\frac{x^2}{4\varepsilon}} \rightarrow \delta(x) \quad \text{при} \quad \varepsilon \rightarrow +0.$$

$$\frac{1}{\pi} \frac{\varepsilon}{x^2 + \varepsilon^2} \rightarrow \pm\delta(x) \quad \text{при} \quad \varepsilon \rightarrow \pm 0.$$

$$\frac{\varepsilon}{\pi x^2} \sin^2 \frac{x}{\varepsilon} \rightarrow \pm\delta(x) \quad \text{при} \quad \varepsilon \rightarrow \pm 0.$$

7. Найдите носитель обобщенной функции

$$\varphi \mapsto \int_{-1}^1 \operatorname{sgn} x \cdot \varphi'(x) dx.$$

8. Считая  $a$  вещественным числом, докажите следующие равенства:

$$\delta(ax) = \frac{\delta(x)}{|a|}.$$

$$\delta(x^2 - a^2) = \frac{\delta(x - a) + \delta(x + a)}{2|a|}.$$

9. Найдите пределы в  $\mathcal{D}'(\mathbb{R})$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \cos nx, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \sin nx.$$

10. Вычислите  $k$ -ю производную для следующих функций:

$$f(x) = H(x).$$

$$f(x) = |x|.$$

$$f(x) = \operatorname{sign} \sin x.$$

$$f(x) = \operatorname{sign} \cos x.$$

Аспирант должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа должна нацеливать аспирантов на получение навыков самостоятельной научной работы, обработки научной информации и носить поисковый характер, нацеливая аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

При проведении самостоятельной работы для решения и исследования задач могут применяться математические пакеты Matlab и/или Maple.

### 3. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся при освоению курса «Дополнительные главы функционального анализа и топологии» предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий при сочетании аудиторной работы с внеаудиторной. Такими технологиями являются:

- лекционная система обучения (проблемная лекция, лекция диалог с элементами группового взаимодействия);
- информационно-коммуникационные технологии (выполнение компьютерных экспериментов);
- проектные методы обучения (презентации, командная работа);
- исследовательские методы в обучении (конференция)
- проблемное обучение (дискуссия).

На представление рефератов допускает проведение занятий в виде конференций и дискуссий

Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активацию и реализацию личностного потенциала.

При реализации программы дисциплины «Дополнительные главы функционального анализа и топологии», с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся применимы все указанные формы проведения занятий.

## **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **4.2 Примерные темы рефератов**

1. Метод «склейки» построения геометрических ориентированных и неориентированных поверхностей.
2. Топологические пространства геометрического описания.
3. Многообразия матриц.
4. Тензорное описание динамики сплошной среды.
5. Обобщенные функции ограниченного роста.
6. Свертка обобщенных и основных функций.
7. Построение карт многообразий
8. Построение атласов многообразий
9. Проверка компактности множеств.
10. Приложения блочных элементов в механике деформируемого твердого тела

### **4.3 Перечень вопросов, выносимых на экзамен**

1. Метрические пространства. Окрестности в метрических пространствах.
2. Типы отображений пространств.
3. Топологические пространства. Примеры.
4. Аксиомы топологических пространств.
5. Хаусдорфовы, нормальные и регулярные топологические пространства.
6. Компактные множества в топологических пространствах.
7. Непрерывные отображения топологических пространств.
8. Связные множества в топологических пространствах.
9. Поверхности и эквивалентность поверхностей как объектов топологического пространства.
10. Замыкания и понятие предельных точек в топологическом пространстве.
11. Теоремы Урысона.
12. Разбиение единицы.
13. Карты и атласы отображений. Стандартный куб.
14. Многообразия.
15. Геометрическое представление многообразий.
16. Дифференцируемые объекты на многообразиях.
17. Тензорное исчисление, виды тензоров.
18. Главные оси некоторых тензоров.

19. Альтернирование тензоров и связь тензоров с внешними формами.
20. Пространства внешних форм.

## **5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1. Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М. Блочные элементы для тел различной формы. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2013. 63 с.
2. Кузовлев В.П., Подаева Н.Г. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии. М.: Физматлит, 2012. 208 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59618>.
3. Хатчер А. Алгебраическая топология М.: Изд-во МЦНМО, 2011. 688 с.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Александров П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию. М.: Лань, 2010.
2. Владимиров В.С. Обобщенные функции в математической физике. М.: Наука, 1976.
3. Ефимов Н.В., Розендорн Э.Р. Линейная алгебра и многомерная геометрия. М.: Физматлит, 2005. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2144>.
4. Жиров А.Ю. Топологическая сопряженность псевдоаносовских гомеоморфизмов. Москва: Изд-во МЦНМО, 2013. 366 с.
5. Зорич В.А. Математический анализ задач естествознания. М.: Изд-во МЦНМО, 2008.
6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Физматлит, 2006.
7. Полищук А.Е. Абелевы многообразия, тэта-функции и преобразование Фурье. М.: Изд-во МЦНМО, 2010.

### **5.3 Периодические издания:**

1. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика и механика. М.: Изд-во МГУ, ISSN 0579-9368.
2. Доклады академии наук. Серии: Математика, Физика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0869-5652.
3. Известия РАН. Механика твердого тела. Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0572-3299.

4. Прикладная математика и механика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук Издательство "Наука", ISSN 0032–8235.
5. Экологический вестник ЧЭС, ISSN 1729–5459.
6. Journal of Applied Mechanics, ISSN 0021–8936.
7. Journal of Elasticity, ISSN 0374–3535.
8. Journal of Mechanics, ISSN 1727–7191.

#### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.math.msu.su/department/uprug/courses.htm#mtu>

<http://biblioteka.cc/index.php?newsid=90594>

<http://e.lanbook.com/>

<http://znanium.com/>

<http://www.biblioclub.ru>

<http://eqworld.impnet.ru/ru/library/mechanics/silid.htm>.

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<http://www.nature.com/siteindex/index.html>

<http://www.scirus.com>

<http://www.elibrary.ru/>

<http://iopscience.iop.org/>

#### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В рамках самостоятельной работы аспиранты готовят реферат по выбранным темам. Каждый обучающийся выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают подрисовочными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце работы приводят список использованных источников. При оформлении обзоров и рефератов рекомендуется использовать следующие источники:

8. ГОСТ 7.1 – 2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

9. ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

10.ГОСТ Р 7.0.12 – 2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила».

11.ГОСТ 7.9 – 95 (ИСО 214 – 76) «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования».

12.ГОСТ 8.417 – 2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

Реферат должны быть подписан аспирантом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненные аспирантом работы определяется на проверку преподавателю в установленные сроки.

Для приобщения обучаемых к поиску и исследовательской работе, для развития их творческого потенциала следует по возможности избегать прямого руководства работой обучающихся при выполнении ими тех или иных заданий, чаще выступать в роли консультанта, эксперта. Предпочтительным является представление обзоров в форме конференции или аналитического семинара.

Аспирант может использовать научные статьи соответствующей тематики из электронной библиотечной системы eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математические пакеты Matlab и Maple.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация курса предполагает наличие минимально необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения:

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508, 239А)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307, 239А) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508, 239А)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
6.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №1

1. Разбиение единицы.
2. Связные множества в топологических пространствах.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №2

1. Компактные множества в топологических пространствах.
2. Теоремы Урысона.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №3

1. Типы отображений пространств.
2. Поверхности и эквивалентность поверхностей как объектов топологического пространства.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №4

1. Аксиомы топологических пространств.
2. Дифференцируемые объекты на многообразиях.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №5

1. Геометрическое представление многообразий.
2. Альтернирование тензоров и связь тензоров с внешними формами.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №6

1. Топологические пространства. Примеры.
2. Пространства внешних форм.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №7

1. Хаусдорфовы, нормальные и регулярные топологические пространства.
2. Многообразия.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №8

1. Карты и атласы отображений. Стандартный куб.
2. Главные оси некоторых тензоров.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №9

1. Непрерывные отображения топологических пространств.
2. Тензорное исчисление, виды тензоров.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики  
Экзамен по дисциплине «Дополнительные главы функционального анализа и топологии»,  
направление 010601 Математика и механика (010204 Механика деформируемого твердого тела)



Билет №10

1. Метрические пространства. Окрестности в метрических пространствах.
2. Замыкания и понятие предельных точек в топологическом пространстве.

Заведующий кафедрой математического моделирования

В.А. Бабешко

Заведующий кафедрой прикладной математики

М.Х. Уртенев