

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра «Вычислительная механика и математика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Вычислительная механика и математика»  
« 21 » января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ В.В. Глаголев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Функциональный анализ»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки

**01.03.03 Механика и математическое моделирование**

с направленностью (профилем)

**Механика деформируемого твердого тела**

Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010303-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Инченко О.В., к.ф.-м..н., \_\_\_\_\_

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

## **1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является формирование знаний в области функционального анализа и использование его методов в решении прикладных задач.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение базовых понятий функционального анализа;
- освоение методов функционального анализа; изучение основных приемов решения задач в области функционального анализа и его приложений к задачам других разделам математики;
- приобретение опыта работы с математической научной и учебной литературой.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 6 семестре.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями и индикаторами их достижения), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) основы дифференциальной функционального анализа (код компетенции ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1).
- 2) основы программирования, компьютерного моделирования для решения задач функционального анализа (код компетенции ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1).

### **Уметь:**

- 1) использовать фундаментальные знания функционального анализа в профессиональной деятельности (код компетенции ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2);
- 2) использовать современный математический аппарат в профессиональной деятельности (код компетенции ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2).

### **Владеть:**

- 1) навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний (код компетенции ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3);
- 2) навыками применения математического аппарата при решении конкретных задач (код компетенции ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## **4. Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1. Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю):**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
6	ДЗ	4	144	32	32				0,25	79,75
<b>Итого</b>	ДЗ	4	144	32	32				0,25	79,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

#### 4.2. Содержание лекционных занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>6 семестр</b>	
1	Введение: возникновение функционального анализа как самостоятельного раздела математики. Современное развитие функционального анализа и его связь с другими областями математики.
2	Полнота метрических пространств, теорема о пополнении (формулировка), принцип сжатых отображений.
3	Компактность метрических пространств, критерий Хаусдорфа, теорема Арцела, критерий компактности в пространстве $L_1$ .
4	Сопряженные пространства, теорема Хана-Банаха (формулировка). Необходимые и достаточные условия экстремума функционала.
5	Уравнение Эйлера, классические задачи вариационного исчисления.
6	Мера Лебега и интеграл Лебега. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Мера Лебега в $R^n$ . Пространства $L_p$ и их полнота.
7	Гильбертово пространство. Теорема об ортогональном разложении. Теорема о разложении по базису. Равенство Парсеваля. Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств.
8	Линейные функционалы в гильбертовом пространстве. Общий вид линейного функционала в гильбертовом пространстве.
9	Банаховы пространства. Линейные операторы в банаховых пространствах. Ограниченные операторы. Сопряженные операторы.
10	Обратный оператор, теорема Банаха (формулировка).
11	Некоторые задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Линейные интегральные уравнения.
12	Интегральные уравнения Фредгольма. Теорема Фредгольма для случая произвольного банахова пространства (формулировка). Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.
13	Вполне непрерывные операторы.

№ п/п	Темы лекционных занятий
14	Интеграл Фурье в $L_1$ . Теорема обращения для функций, удовлетворяющих условию Дини. Преобразование Фурье в $L_2$ .
15	Теорема Планшереля.
16	Основные и обобщенные функции. Операции над обобщенными функциями.

#### 4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>6 семестр</b>	
1	Множества, алгебра множеств, мощность множества.
2	Метрические пространства, открытые и замкнутые множества, сходимость.
3	Компактные множества, полнота и пополнение пространства.
4	Принцип сжимающих отображений, критерий Хаусдорфа. Компактные множества в пространстве $L_1$ .
5	Метрические пространства
6	Линейные нормированные пространства.
7	Линейные функционалы.
8	(Контрольная работа № 1)
9	Сопряженные пространства и их примеры.
10	Дифференцируемые функционалы, их производные.
11	Нормированные пространства
12	Уравнение Эйлера. Вариационные задачи.
13	Мера Лебега.
14	Интеграл Лебега.
15	Предельный переход под знаком интеграла Лебега.
16	(Контрольная работа № 2)

#### 4.4. Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.5. Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>6 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5. Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
<b>6 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на практических занятиях	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на практических занятиях	20
Итого		30	
Промежуточная аттестация	Дифференциальный зачет	40 (100*)	

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6. Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 7.1. Основная литература

1. Крепкогорский В.Л. Функциональный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крепкогорский В.Л.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62016.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Скопин В.А. Функциональный анализ и интегральные уравнения [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе/ Скопин В.А., Седых И.А.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 17 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55174.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## 7.2. Дополнительная литература

1. Канторович Л.В. Функциональный анализ/ Л.В.Канторович, Г.П.Акилов. – 4-е изд., испр. – СПб.: БХВ – Петербург: Невский диалект, 2004. – 816с.
2. Золотухин А. Я. Элементы теории множеств, меры и интеграла Лебега: учеб. пособие/А.Я. Золотухин; ТулГУ. – Тула: ТулГУ, 2007. – 107с.
3. Рудин У. Функциональный анализ/У.Рудин;пер.с англ. В. Я.Лина; под ред. Е.А.Горина. – 2-е изд., испр. и доп.М., СПб., Краснодар: Лань, 2005. – 448с.: ил. – (Учебники для вузов. Спец. лит.)
4. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лебедев В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.— 294 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17518>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Асташова И.В. Функциональный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Асташова И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Евразийский открытый институт, 2011.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11120>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Известия Российской академии наук. Механика твердого тела [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1966 - . - ISSN 0572-3299.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7828>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
7. Прикладная механика и техническая физика [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ СО РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1960 - . - ISSN 0869-5032.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7609>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
8. Прикладная математика и механика [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1966 - . - ISSN 0032-8235.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7956>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
9. Успехи математических наук/ Российская академия наук. - М.: Наука, 1995-ISSN 0042-1316

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

1. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ”: <https://tsutula.bibliotech.ru/>
2. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/>
4. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/>
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>

б. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. -  
Режим доступа: <http://exponenta.ru>

**9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

**9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**  
Пакет офисных приложений «МойОфис»

**9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются