

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор

  
\* Т.А. Дагуров

подпись

«26» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б1.В.ДВ.05.02 Введение в нелинейный функциональный анализ и исследование математических моделей в естествознании**

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Направленность (профиль): Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 ВВЕДЕНИЕ В НЕЛИНЕЙНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 Математика

Программу составил:

Гаврилюк М.Н., канд. физ. – мат. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 ВВЕДЕНИЕ В НЕЛИНЕЙНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ утверждена на заседании кафедры теории функций протокол № 10 «18» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика) Голуб М.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 3 «20» апреля 2023 г.  
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович,  
канд. физ. – мат. наук, директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, канд. физ. - мат. наук, доцент  
доцент кафедры информационных образовательных технологий

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

## 1.1 Цель освоения дисциплины

## 1.2 Задачи дисциплины

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

Дисциплина « Введение в нелинейный функциональный анализ и исследование математических моделей естествознания » относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на .... курсе по очной и на .... курсе по заочной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: .... (зачет, экзамен).

## 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики</b>	
ИОПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Знать гидродинамический смысл комплексной дифференцируемости, свойства гармонических функций, конформные отображения представленные регулярными и однолиственными функциями
	Уметь применять теорию конформных отображений и гармонических функций в плоских задачах гидродинамики, аэростатики, теории упругости
	Владеть методами комплексного анализа, теории гармонических функций, геометрическими методами теории однолистных функций.
<b>ОПК-2 Способен создавать, анализировать и реализовывать новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении</b>	

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ИОПК-2.1. Знает математические модели стандартных задач в области профессиональной деятельности	Знать классические и современные математические модели гидродинамики, аэростатики, теории упругости.
	Уметь применять теорию конформных отображений и краевых задач в плоских задачах механики.
	Владеть классическими и современными методами действительного и комплексного анализа
<b>ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>	
ИОПК-5.1. Реализует алгоритмы с использованием современных средств разработки прикладного программного обеспечения	Знать современные информационно-коммуникационные технологии, включая специализированное математическое программное обеспечение, локальные и глобальные компьютерные сети, для сбора, обработки и анализа информации.
	Уметь доказывать на необходимом уровне строгости основные утверждения теории ТФДП; грамотно применять ТФДП для построения математических моделей различных явлений окружающей действительности, выбирать специализированное программное обеспечение для решения проблем ТФДП и оценивать перспективы его использования с учетом решаемых
	Владеет способами построения и решения математических моделей явлений различной природы при помощи ТФДП; навыками применения специализированных программных средств для решения таких моделей; навыками организации исследовательской деятельности учащихся с применением соответствующих разделов теории ТФДП.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет \_\_\_\_ зачетных единиц (\_\_\_\_ часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		7-й семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>40</b>			
занятия лекционного типа		16			
лабораторные занятия		22			
практические занятия					
семинарские занятия					
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)		27,8			
Промежуточная аттестация (ИКР)					
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
<i>Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>					
<i>Контрольная работа</i>					
<i>Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>					
<i>Реферат/эссе (подготовка)</i>					
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и</i>					

<i>материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>						
Подготовка к текущему контролю						
<b>Контроль:</b>		<b>зачет</b>				
Подготовка к экзамену						
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>					
	<b>в том числе контактная работа</b>					
	<b>зач. ед</b>					

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Классические модели гидродинамики. Комплексный потенциал, источники, вихри. Парадоксы идеальной жидкости.	12	4		8	
2.	Квадратические дифференциалы. Области относительно квадратичных дифференциалов. Основная структурная теорема.	16	8		8	
3.	Математическая модель плоскопараллельного течения в терминах квадратичного дифференциала.	12	4		8	
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)						
Подготовка к текущему контролю						
Общая трудоемкость по дисциплине		40	16		24	

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Классические модели гидродинамики. Комплексный потенциал, источники, вихри. Парадоксы идеальной жидкости		<i>P</i>
2.	Квадратические дифференциалы. Области относительно квадратичных дифференциалов. Основная структурная теорема.		
3.	Математическая модель плоскопараллельного течения в терминах		<i>T</i>

	квадратичного дифференциала.		
--	------------------------------	--	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Классические модели гидродинамики. Комплексный потенциал, источники, вихри. Парадоксы идеальной жидкости		
2.	Квадратические дифференциалы. Области относительно квадратичных дифференциалов. Основная структурная теорема		<i>Решение задач</i>
3.	Математическая модель плоскопараллельного течения в терминах квадратичного дифференциала.		

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

- 1.
- 2.
- 3.

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



№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1		<i>Например: Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Физика», утвержденные кафедрой _____, протокол № от ____ г.</i>
2		<i>Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой _____, протокол № от ____ г.</i>
3		<i>Методические рекомендации по решению задач, утвержденные кафедрой _____, протокол № от ____ г.</i>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*название дисциплины*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач (указать иное)* и **промежуточной аттестации** в форме *вопросов и заданий (указать иное)* к экзамену (дифференцированному зачету, зачету).

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1			<i>Контрольная работа №1- по теме, разделу Рабочая тетрадь Лабораторная работа</i>	<i>Вопрос на экзамене 1-3</i>
2			<i>Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу</i>	<i>Вопрос на экзамене 4-7</i>
3			<i>Тест по теме, разделу Круглый стол Кейс</i>	<i>Вопрос на экзамене 8-11</i>
4			<i>Курсовой проект (работа)</i>	<i>Вопрос на экзамене 12-15</i>

5			<i>Опрос Реферат</i>	<i>Вопрос на экзамене 28-30</i>
6			<i>Реферат, доклад, сообщение, эссе</i>	
7			<i>Лабораторная работа</i>	

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

*Примерный перечень вопросов и заданий*

***Контрольная работа***

*Вариант 1*

.....

*Вариант 2*

.....

***Реферат***

*Тематика рефератов*

*1.....*

***Тест***

*Вариант 1*

.....

**Зачетно-экзаменационные материалы для зачета**

1. Гармонические функции. Гармонически сопряженные функции.
2. Функция Грина для круга и для односвязной области.
3. Задачи Дирихле и Неймана.
4. Установившееся течение идеальной жидкости.
5. Плоское движение. Комплексный потенциал.
6. Обтекание препятствия на дне канала.
7. Обтекание профилей Жуковского.
8. Электростатическое поле конденсатора.
9. Распределение температур в канале.
10. Плоская задача теории упругости
11. Квадратичный дифференциал (к.д.). Основные понятия.

12. Поведение траекторий (к.д.) в окрестности нулей и простых полюсов.
13. Поведение траекторий (к.д.) в окрестности полюсов порядков больше двух.
14. Поведение траекторий(к.д.) в окрестности двойного полюса.
15. Круговые и кольцевые области относительно (к.д.). Примеры.
16. Полосообразные и концевые области относительно (к.д.). Примеры.
17. Основная структурная теорема Дженкинса.
18. Квадратичные дифференциалы в круге. Примеры.
19. Математическая модель в терминах квадратичного дифференциала.
20. Обтекание кругового цилиндра.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
«5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
«4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
«3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
«2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы ТФКП
2. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В Пробл гидро и их мат модели
3. Дженкинс Дж. Однолистные функции и конформные отображения
4. Кузьмина Г.В. Модули семейств кривых и квадратичные дифференциалы. 1980
4. Гаврилюк М.Н. Метод модулей и некоторые его применения. Тексты лекций. Краснодар, 1999.

### **5.2. Периодическая литература**

*Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:*

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»  
[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

**Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>

8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

*(Приводятся методические указания, рекомендации, советы для обучающихся по подготовке к аудиторным занятиям различных типов (лекции, практические занятия, лабораторные работы) и по работе во время занятий; по выполнению заданий для самостоятельной работы, в том числе, по курсовому проектированию и работе с литературой; по подготовке к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации. Следует обратить внимание обучающихся на наиболее важные, а также на наиболее трудные для понимания разделы/темы в содержании данной дисциплины.)*

.....

***Варианты методических указаний*** (определяется преподавателем), например:

- *Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся;*
- *Методические рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям;*
- *Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим/ лабораторным) занятиям.*

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения



Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория...	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к	



	<p>информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _____)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	