

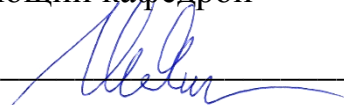
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Прикладная математика и информатика»  
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



М.В. Грязев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению курсовой работы**  
**по дисциплине (модулю)**  
**«Комплексный анализ»**

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

по направлению подготовки  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

с направленностью (профилем)  
**Прикладная математика и информатика**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010302-01-22

Тула 2022 год

**Разработчик:**

Баранов В.П., профессор кафедры ПМиИ, д.т.н., доцент



<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ .....</b>	<b>4</b>
2.1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	4
2.2. ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ .....	4
2.3. ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	5
2.4. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	5
2.5. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	6
<b>3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>7</b>
3.1. План построения и содержание разделов пояснительной записки к курсовой работе .....	7
3.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ курсовой работы .....	7
3.3. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	10
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>10</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Современное развитие фундаментальных и прикладных наук, решение многих практических задач характеризуется все большим применением математических методов. Этому значительно способствует быстрое развитие вычислительной техники и ее использование в самых различных областях науки и техники.

Овладение современными математическими методами немыслимо без формирования определенной математической культуры. Одной из основных математических дисциплин, которая развивает математическую культуру, математическую интуицию, логическое мышление, умение правильно формулировать инженерно-технические задачи на математическом языке, является комплексный анализ.

Комплексный анализ изучается студентами в течение пятого семестра, в котором предусматривается выполнение курсовой работы.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовой проект является важным этапом изучения курса «Комплексный анализ». Написание ее преследует следующие цели: расширение и закрепление знаний по курсу, развитие умения самостоятельно разбираться в серьезной математической литературе, четко и грамотно излагать математический материал, умение давать примеры практического приложения комплексного анализа, использование и закрепление навыков программирования на одном из языков, умение довести решение задачи до числового результата.

### **2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

#### **2.1. ТЕМАТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Предложенный список тем курсовой работы носит примерный характер и может дополняться и изменяться руководителем.

1. Конформные отображения элементарными функциями.
2. Вычеты и их приложения.
3. Гармонические и субгармонические функции.
4. Дискретное преобразование Лапласа.
5. Применение операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений.
6. Применение операционного исчисления к решению интегральных уравнений.

7. Применение операционного исчисления к решению некоторых задач математической физики.
8. Операционное исчисление двух переменных.
9. Метод перевала.
10. Приложения операционного исчисления в электротехнике.
11. Приложения комплексного анализа к задачам гидродинамики.
12. Приложения комплексного анализа к задачам газовой динамики.
13. Принцип симметрии и отображение прямоугольников.
14. Приложения комплексного анализа к задачам теории упругости.
15. Приложения комплексного анализа к теории кумулятивного заряда.
16. Бесконечные произведения и их приложения к аналитическим функциям.
17. Эллиптические функции.
18. Цилиндрические функции.
19. Линейные преобразования и геометрия Лобачевского.
20. Дробно-линейные отображения.
21. Функция Жуковского и ее конформное отображение.
22. Приложения теории вычетов к разложению функций в ряды.
23. Вариационные принципы конформных отображений.
24. Теорема Руше и проблема устойчивости колебаний в механических и электрических системах.
25. Задача Дирихле для гармонических функций.

## 2.2. ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Задание и исходные данные на курсовую работу выдаются руководителем (преподавателем) на специальном типовом бланке (см. приложение). Отдельные данные могут быть выбраны студентом самостоятельно и согласованы с руководителем. В задании указываются:

- тема работы;
- исходные данные;
- перечень вопросов, требующих проработки (содержание пояснительной записки);
- рекомендуемая литература;
- сроки выполнения и защиты работы.

## 2.3. ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из задания, рецензии, пояснительной записки, включающей программную реализацию прикладной задачи. Объем пояснительной записки не регламентируется количеством страниц, а определяется степенью раскрытия темы курсовой работы.

## 2.4. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Работа над курсовой работой выполняется по графику, определяемому руководителем. В целях ее планомерного выполнения рекомендуется следующий график работы.

<i>Неделя</i>	<i>Содержание работ</i>	<i>Результаты работы</i>
1	Получение и ознакомление с заданием.	Заполненный бланк задания.
2–4	Изучение литературы и других исходных материалов.	Обзор литературы.
5–10	Изучение теоретических вопросов, раскрывающих тему курсового проекта.	Материал для написания теоретической части.
11–12	Разработка программной реализации задания курсовой работы.	Отлаженная программа, описание программы.
13	Анализ результатов.	Интерпретация результатов (графики, таблицы, диаграммы).
14–15	Оформление пояснительной записки и сдача на проверку.	Пояснительная записка.
16	Защита курсовой работы.	

По всем вопросам, возникающим при выполнении курсовой работы, необходимо обращаться к руководителю, назначаемому кафедрой. Все результаты работы должны предъявляться руководителю для проверки в соответствии с графиком выполнения работы.

Руководитель проверяет пояснительную записку и при необходимости указывает студенту на ошибки и недоработки при выполнении курсовой работы. Если работа удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям, то руководитель подписывает пояснительную записку, тем самым допуская студента к защите.

## 2.5. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляется на кафедру для проверки за неделю до ее защиты. При положительной оценке руководителем студент допускается к защите работы перед комиссией.

Защита – форма проверки выполненной работы. Курсовая работа защищается публично в присутствии студентов перед комиссией, назначаемой заведующим кафедрой. Руководитель работы является членом комиссии. При защите работы сначала студент выступает с сообщением продолжительно-

стью 8–10 минут по существу работы. Затем по докладу и содержанию пояснительной записки студенту задаются вопросы членами комиссии, на которые он должен ответить.

Курсовая работа оценивается по пятибалльной системе с учетом:

- обоснованности объема (соответствия заданию) и качества выполнения курсовой работы;
- степени самостоятельности при выполнении работы;
- качества оформления пояснительной записки и соответствия их требованиям данных методических указаний;
- качества защиты и правильности ответов на вопросы.

Студент, не представивший в срок курсовую работу или не защитивший ее по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

В случае получения неудовлетворительной оценки студенту выдается новое задание.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1. ПЛАН ПОСТРОЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

Пояснительная записка в соответствии с ГОСТ 7.32–81 должна иметь структуру: титульный лист, задание, реферат, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованных источников, приложения.

К пояснительной записке прилагается незаполненный бланк рецензии (см. приложение).

#### **3.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Форма титульного листа приведена в приложении. Задание, оформленное в соответствии с требованиями, помещается в пояснительной записке на втором листе. Страница с заданием имеет номер 2. Задание должно быть подписано руководителем работы и студентом.

Реферат оформляется на отдельной странице и должен содержать:

- цель работы, краткую оценку используемых методов, оценку результатов;
- сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов.

Перечень ключевых слов характеризует содержание реферируемой работы и включает от 5 до 15 слов в именительном падеже, написанных в строку, через запятые.

Начиная с 4 листа, записку допускается писать на обеих страницах листа.

Содержание включает наименования всех разделов, подразделов и пунктов с указанием номеров страниц.

Введение должно отражать историю рассматриваемого вопроса или метода, его теоретическую и практическую значимость.

Основная часть содержит постановку задачи, изложение теоретических положений с необходимыми выводами и доказательствами, разработку математического и программного обеспечения для решения поставленных в проекте задач.

Содержание и объем теоретического материала должны соответствовать достаточной степени раскрытия темы курсовой работы. Математическое обеспечение должно содержать математическую постановку задачи, алгоритм и метод ее решения, а программное обеспечение – схему программного обеспечения, описание используемых данных, рекомендации пользователю, описания контрольных примеров.

Заключение должно содержать краткие выводы по работе, оценку полученных результатов. В нем отмечается, какие новые знания и навыки получены студентом при выполнении курсовой работы, указываются мероприятия по совершенствованию полученных результатов.

В приложении приводится исходный текст (листинг) программы и, при необходимости, иллюстрационные материалы в виде таблиц, рисунков и диаграмм.

### 3.3. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Записка оформляется на листах формата А4. Пояснительная записка должна удовлетворять ГОСТ 7.32–81.

В пояснительной записке титульный лист, содержание, выполняются чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304–81. Заголовки разделов пишут симметрично тексту прописными буквами, заголовки подразделов, пунктов – строчными буквами, кроме первой прописной, с абзаца (15-17 мм от края текстового блока). Переносы слов в заголовках не допускаются. Каждый раздел следует начинать с новой страницы. Расстояние между заголовком и текстом должно быть 15 мм.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей записки и обозначаться арабскими цифрами с точкой в конце. Введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера ставится точка, например «2.3.» — подраздел 3 раздела 2. Пункты нумеруют в пределах подраздела, например «1.1.2.» — пункт 2 подраздела 1 раздела 1.



Иллюстрации, кроме таблиц, обозначаются словом "Рис." и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, например, «Рис. 1.2» – рисунок 2 раздела 1. Если в записке приведена одна иллюстрация, то ее не нумеруют и слово "Рис." не пишут. Иллюстрация должна иметь наименование. При необходимости к иллюстрации приводят пояснительные надписи (подрисуночный текст). Наименование иллюстрации помещают над ней, поясняющие надписи под ней, номер иллюстрации под поясняющей надписью.

Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы нумеруют в пределах раздела. Каждая таблица должна иметь заголовок. Заголовок и слово «Таблица» пишут с прописной буквы. В правом верхнем углу таблицы над соответствующим заголовком помещают надпись, например, «Таблица 1.2» — таблица 2 раздела 1. Если в записке одна таблица, то ее не нумеруют и слово "Таблица" не пишут.

Формулы в записке нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе. Номер помещают в правой стороне страницы на уровне формулы в круглых скобках, например, (3.1) — формула 1 раздела 3.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первая строка начинается со слова «где» без двоеточия и без абзацного отступа.

Уравнения и формулы отделяются от текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если соотношение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после математических знаков. Формулы пишутся чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304–81.

Ссылки в тексте на источник указывают порядковым номером по списку источников, выделенным квадратными скобками, например, «в соответствии с [2]». Ссылки на формулы указывают порядковым номером формулы в круглых скобках, например, «в формуле (1.2)». Ссылки на иллюстрации указывают порядковым номером иллюстрации, например, «рис. 1.2.». На все таблицы тоже должны быть ссылки в тексте. Слово «таблица» пишется полностью, если таблица не имеет номера, и сокращенно, если имеет номер, например, «табл. 1.2.». В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует сокращенно указывать слово «смотри», например, «см. табл. 1.2.».

Список использованных источников должен содержать перечень источников, использованных при выполнении курсового проекта. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте записки (в порядке цитирования). Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–84.

Приложения располагают в порядке появления ссылок на них в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», написанного прописными буквами; оно должно иметь содержательный заголовок. Если в записке несколько приложений, их нумеруют арабскими цифрами, например, «ПРИЛОЖЕНИЕ 2». Рисунки, таблицы, формулы, помещенные в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например, «Рис. П 1.2» — рисунок 2 приложения 1.

Программная документация отражает результаты компьютерной реализации поставленных в курсовой работе задач. В этом разделе пояснительной записки приводятся блок-схема программы, описание блок-схемы (ГОСТ 19.002–80, ГОСТ 19.003–80), описание программы (ГОСТ 19.402–78), руководство программиста (ГОСТ 19.504–79). Все подразделы должны по содержанию и оформлению соответствовать перечисленным ГОСТам.

#### **4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексного переменного: учебник. – М.: Физматлит, 2010. – 332 с.
2. Шабунин М.И., Сидоров Ю.В. Теория функций комплексного переменного: учебник. – М.: Бином, 2013. – 248 с.
3. Баранов В.П. Комплексный анализ: учеб. пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 128 с.
4. Копаев А.В., Леванков В.И., Мастихин А.В. Теория функций комплексного переменного. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 38 с.
5. Шабунин М.И., Половинкин Е.С., Карлов М.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие. – М.: Бином, 2012. – 362 с.
6. Половинкин Е.С. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Физматлит, 2003. – 208 с.
7. Лаврентьев Е.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – СПб.: Лань, 2002. – 688 с.
8. Чудесенко В.Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты): учебное пособие. – СПб.: Лань, 2010. – 192 с.
9. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. – М.: Наука, 1981. – 304 с.
10. Теория функций комплексного переменного: учебно-методическое пособие / Под. Ред Г.С. Садыкова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 80 с.
11. Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – М.: Физматлит, 2006. – 312 с.

12. Алгазин О.Д., Бунина Т.А., Дубровин В.М. Операционное исчисление: учебно-методическое пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 49 с.
13. Карасев И.П. Теория функций комплексного переменного: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2008. – 216 с.
14. Малышева Н.Б., Розендорн Э.Р. Функции комплексного переменного: учебник. – М.: Физматлит, 2010. – 168 с.
15. Натанзон С.М. Курс комплексного анализа: учебное пособие. – М.: МЦНМО, 2012. – 48 с.
16. Посицельская Л.Н. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2007. – 136 с.
17. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. Ч. 1. – М.: Наука, 2004. – 336 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

В приложении представлены формы титульного листа пояснительной записки курсового проекта, бланки задания и рецензии.

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

Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ПМИИ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовой работе по курсу  
«КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ»  
на тему

---

---

---

Автор работы \_\_\_\_\_ студент гр. \_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (фамилия и инициалы)

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (должность) (фамилия и инициалы)

Работа защищена \_\_\_\_\_ с оценкой \_\_\_\_\_  
(дата)

Члены комиссии \_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (должность) (фамилия и инициалы)

\_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (должность) (фамилия и инициалы)

\_\_\_\_\_  
(дата, подпись) (должность) (фамилия и инициалы)

Тула 20\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ПМИИ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
на курсовую работу по курсу  
**«КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ»**

студенту гр. \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Тема работы

---

---

---

Входные данные

---

---

---

Задание получил \_\_\_\_\_  
(подпись) (дата)

График выполнения работы

---

---

---

---

---

---

Замечания консультанта

---

---

---

К защите. Консультант работы \_\_\_\_\_  
(подпись) (дата)

## РЕЦЕНЗИЯ

на курсовую работу студента Тульского государственного университета,

гр. \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

по дисциплине \_\_\_\_\_

на тему: \_\_\_\_\_

Тематика работы (задание) \_\_\_\_\_ профилю (направленности)  
(соответствует/не соответствует)  
обязательной программы, а также в полной мере способствует формированию необходимых компетенций (установленных в рабочей программе) у обучающихся.

Содержание работы \_\_\_\_\_ заданной тематике.  
(соответствует/не соответствует)

Объем работы \_\_\_\_\_ для раскрытия темы.  
(соответствует/не соответствует)

Оформление работы \_\_\_\_\_ установленным требованиям.  
(соответствует/не соответствует)

Тема работы раскрыта в \_\_\_\_\_ мере.  
(полной/неполной)

Использованная при выполнении работы (проекта) литература \_\_\_\_\_.  
(актуальна/не актуальна)

Качество приложений (при наличии) \_\_\_\_\_ установленным требованиям.  
(соответствует/не соответствует)

Замечания: \_\_\_\_\_

(отсутствуют или перечисляются замечания рецензента к работе)

Качество выполнения работы свидетельствует о \_\_\_\_\_ уровне  
(недостаточном/пороговом/повышенном)  
сформированности необходимых компетенций (установленных в рабочей программе).

Работа выполнена на \_\_\_\_\_ уровне и, при соответствующей защите  
(высоком/среднем/низком)  
может быть оценена на << \_\_\_\_\_ >>.

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
подпись должность, звание, Ф.И.О.

Дата \_\_\_\_\_