



Факультет	Математики, физики и информатики	
Кафедра	Алгебры, математического анализа и геометрии	
Направление подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии	
Профиль	Открытые информационные системы	
Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ		Б1.Б.22.5

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»  
ФГБОУ ВО «ТГПУ им.Л.Н.Толстого»

УТВЕРЖДЕНА

на заседании Ученого совета университета

Протокол № 2

«11» февраля 2016 г.

## Рабочая программа дисциплины «Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ»

**Трудоемкость: 4 зачётные единицы**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**Форма обучения: очная**

Рассмотрена на заседании кафедры алгебры, математического анализа и геометрии  
протокол № 5 от «1» декабря 2015 г.

Заведующий кафедрой  Добровольский Н.М.

Одобрена на заседании Ученого совета факультета  
математики, физики и информатики  
протокол № 6 от «21» января 2016 г.

Декан  Реброва И.Ю.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....	3
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	3
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	4
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ» .....	6
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	6
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	6
6.2. Описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	7
6.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	8
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций. 9	
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
7.1 Основная литература: .....	11
7.2 Дополнительная литература:.....	11
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ. 12	
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	13
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ».....	13
12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ».....	14
13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ».....	14

### 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины (модуля).

Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ОПК-3)	<p><b>Выпускник знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные понятия и методы теории функций комплексного переменного и функционального анализа.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать типовые задачи теории функций комплексного переменного и функционального анализа.</li> </ul> <p><b>Владеет и (или) имеет опыт деятельности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способность самостоятельно оценивать правильность решения задач.</li> </ul>	<p>4 этап из 4 (7 семестр)</p>

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ» относится к дисциплинам базовой части учебного плана и изучается в 7-м семестре. Для освоения дисциплины используются знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения дисциплин школьного курса математики, а также изученных ранее разделов математического анализа: «Введение в анализ и дифференциальное исчисление» (1-й семестр), «Интегралы и ряды» (2-й семестр), «Многомерный анализ» (3-й семестр).

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем часов/зачетных единиц по формам обучения
	<b>очная</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>54</b>
в том числе:	
лекции с применением мультимедийных технологий и раздаточным материалом для студентов	26

практические занятия с использованием технологий case-study (анализ конкретных, практических ситуаций)	26
контрольные работы	2
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>54</b>
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к лабораторным и практическим занятиям	42
подготовка к контрольной работе	2
Выполнение заданий для самостоятельной работы в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle	10
Подготовка к экзамену	<b>36</b>
<i>Промежуточная аттестация в форме: экзамена</i>	

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование тем (разделов).	Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий			
	Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Другие виды учебных занятий	Самостоятельная работа обучающихся
Тема 1. Плоскость комплексных чисел, числовые последовательности и ряды	2	2		4
Тема 2. Функции комплексного переменного, функциональные последовательности и ряды	2	2		4
Тема 3. Дифференцируемые и аналитические функции.	2	2		4
Тема 4. Элементарные функции, понятие римановой поверхности	2	2		4
Тема 5. Интеграл от функции комплексного переменного	2	2		4
Тема 6. Представление функций рядами Тейлора	2	2		4
Тема 7. Ряды Лорана, изолированные особые точки	2	2		4
Тема 8. Вычеты и их применение	2	2		4
Тема 9. Множества и мощность	2	2		4
Тема 10. Метрические пространства	2	2		4
Тема 11. Линейные нормированные пространства	2	2		4
Тема 12. Мера Лебега	2	2		4
Тема 13. Измеримые функции, интеграл Лебега	2	2		4
Контроль самостоятельной работы студентов			2	2
Подготовка к экзамену				36
Групповые консультации				
<b>ИТОГО</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>90</b>

**Тема 1. Плоскость комплексных чисел, числовые последовательности и ряды.** Комплексные числа и действия над ними. Бесконечность и стереографическая проекция. Числовые последовательности и ряды комплексных чисел.

**Тема 2. Функции комплексного переменного, функциональные последовательности и ряды.** Определение функции комплексного переменного. Действительная и мнимая части функции комплексного переменного. Предел, непрерывность, равномерная непрерывность. Функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость. Степенные ряды в комплексной области. Круг и радиус сходимости.

**Тема 3. Дифференцируемые и аналитические функции.** Линейная функция. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши - Римана. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформные отображения. Определение аналитической функции. Аналитичность суммы степенного ряда. Бесконечная дифференцируемость суммы степенного ряда. Действительная и мнимая части аналитической функции, их связь с гармоническими функциями.

**Тема 4. Элементарные функции, понятие римановой поверхности.** Определение и геометрия дробно-линейной функции. Степенная функция и радикал. Понятие римановой поверхности. Показательная и логарифмическая функции. Формула Эйлера. Степень с произвольным показателем. Тригонометрические функции и им обратные.

**Тема 5. Интеграл от функции комплексного переменного.** Определение и вычисление. Теорема Коши для односвязных и многосвязных областей. Интеграл и первообразная. Интегральное определение логарифмической функции. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем и принцип максимума модуля.

**Тема 6. Представление функций рядами Тейлора.** Разложение аналитической функции в степенной ряд. Формулы Коши для производных. Неравенства Коши. Целые функции. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры. Изолированность нулей аналитических функций. Единственность и аналитическое продолжение.

**Тема 7. Ряды Лорана, изолированные особые точки.** Изолированные особые точки. Представление аналитических функций рядами Лорана. Единственность разложения функции в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек: устранимая особая точка, полюс, существенно особая точка. Классификация особенностей в точке  $z = \infty$ .

**Тема 8. Вычеты и их применение.** Определение вычета и его вычисление. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению определенных интегралов.

**Тема 9. Множества и мощность.** Конечные и бесконечные множества. Счётное множество. Эквивалентность множеств. Несчётность множества действительных чисел. Теорема Кантора-Бернштейна. Понятие мощности множества.

**Тема 10. Метрические пространства.** Определение и основные примеры метрических пространств. Сходимость, компактность. Принцип сжимающих отображений. Теорема существования и единственности решений дифференциальных уравнений.

**Тема 11. Линейные нормированные пространства.** Определение и примеры линейных нормированных пространств. Евклидовы пространства. Гильбертовы пространства.

**Тема 12. Мера Лебега.** Мера элементарных множеств. Мера плоских множеств. Общее понятие меры.

**Тема 13. Измеримые функции, интеграл Лебега.** Измеримые функции. Определение интеграла Лебега. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»**

- 1) Методическая система, используемая авторами данной рабочей программы, базируется на оптимальном сочетании активных форм и методов организации учебной деятельности студентов (лекция, беседа, анализ, синтез, мозговой штурм и т.п.), приемов групповой (выполнение и защита заданий по решению сложных задач) и самостоятельной работы (выполнение индивидуальных заданий).
- 2) Все студенты являются активными пользователями ресурса системы LMS MOODLE, поскольку в нем представлены конспекты лекций и методические разработки к проведению практических занятий.
- 3) В течение всего периода обучения организуется регулярная проверка и учет выполнения домашних заданий, размещенных в LMS MOODLE.
- 4) Промежуточная аттестация принимается в форме зачета, представляющего собой индивидуальную беседу преподавателя и студента по заранее определенному перечню вопросов.
- 5) Ресурс LMS MOODLE поддерживается в актуальном состоянии.
- 6) Одной из важнейших задач методического обеспечения учебной деятельности студента является формирование устойчивого навыка работы по выполнению домашних заданий, а также контроль умений студентов читать, анализировать и использовать в работе учебную литературу.
- 7) По дисциплине используется рейтинг.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлен в таблице пункта 1 рабочей программы.

Формирование компетенции «Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям» (ОПК-3) осуществляется в течение четырёх этапов освоения основной профессиональной образовательной программы. Первый этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Линейная алгебра и многомерная геометрия». Второй этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Основные алгебраические структуры». Третий этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Теория чисел и элементы криптографии». Четвертый этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ».

**6.2. Описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	основных понятий и методов теории функций комплексного переменного и функционального анализа	Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 20 баллов).
Умения	решать типовые задачи теории функций комплексного переменного и функционального анализа	Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 20 баллов).
Навыки и опыт деятельности	способность самостоятельно оценивать правильность решения задач	Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 60 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 10 баллов). Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (или на экзамене набрал менее 10 баллов).

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих данный этап формирования компетенций, происходит по шкале с оценками: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по дисциплине, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материалы рекомендованной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### 6.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Индивидуальные задания для самостоятельной работы по разделу «Теория функций комплексного переменного»

1. Исследовать функцию на аналитичность.
2. Проверить, является ли функция гармонической. Если да, то по ней восстановить аналитическую функцию  $f(z) = u + iv$ .
3. Задание на дробно-линейную функцию.
4. Вычислить интеграл функции комплексного переменного.
5. Вычислить интегралы, используя интегральную теорему, формулу Коши или интегральное представление для производных.
6. Вычислить интегралы, используя интегральную теорему, формулу Коши или интегральное представление для производных.
7. Разложить функцию в ряд Тейлора, пользуясь известными разложениями для элементарных функций. Указать круг сходимости.
8. Найти радиус и круг сходимости степенного ряда.
9. Разложить функцию в ряд Лорана в указанной области.
10. Разложить функцию в ряд Лорана в окрестности точки  $z_0 = 0$ .
11. Найти особые точки функции и установить их тип.
12. Найти вычеты во всех изолированных особых точках.
13. Вычислить интеграл, используя интегральную теорему Коши о вычетах.
14. Вычислить значение элементарной функции.

#### Вариант №1

1.  $w = \operatorname{ch} z$

2.  $u = \frac{x}{x^2 + y^2}, f(\pi) = \frac{1}{\pi}$

3. Найти дробно-линейную функцию, отображающую точки  $-1, \infty, i$  в точки  $\infty, i, 1$  соответственно. Во что при этом отобразится круг  $|z| \leq 1$ ?

4.  $\int_{\gamma} (1+i-2\bar{z}) dz$ ,  $\gamma$  - прямая от  $z=0$  до  $z=i+1$

5.  $\int_{|z-2|=2} \frac{z}{z^4-1} dz$

6.  $\int_{|z-1|=1} \frac{\sin \pi z}{(z^2-1)^2} dz$

7.  $w = e^z$  в окрестности  $z_0 = 1$

8.  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(z+i)^n}{n^3}$

9.  $\frac{1}{(z-2)(z-3)}$  в  $2 < |z| < 3$

10.  $w = \frac{1 + \cos z}{z^4}$

11.  $w = \frac{1}{1 - \sin z}$

12.  $w = \frac{e^{\pi z}}{z-i}$

13.  $\int_{|z|=4} \frac{e^z - 1}{z^2 + z} dz$

14.  $w = i^{i+1}$



**Контрольная работа по разделу «Функциональный анализ»**

1. Установить биективное отображение между отрезком  $[1; 2]$  и полуинтервалом  $[7; 9)$ .
2. Какова мощность множества точек параболы  $y^2 = 6x$ ?
3. Вычислить расстояние между функциями  $f(x) = x^2 - x + 10$  и  $g(x) = x + 5$  в пространстве  $C[0; 3]$ .
4. Вычислить расстояние между функциями  $f(x) = x$  и  $g(x) = 2 - x$  в пространстве  $C_1[0; 3]$ .
5. Вычислить расстояние между функциями  $f(x) = e^x$  и  $g(x) = x$  в пространстве  $C_2[0; 2]$ .

**Вопросы к экзамену**

1. Последовательности и ряды комплексных чисел.
2. Степенные ряды в комплексной области. Круг и радиус сходимости.
3. Дифференцируемость функции.
4. Геометрический смысл производной.
5. Интеграл от функции комплексного переменного.
6. Теорема Коши.
7. Интеграл и первообразная.
8. Интеграл Коши.
9. Аналитические функции и степенные ряды.
10. Формулы Коши для производных. Неравенства Коши.
11. Целые функции. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры.
12. Нули аналитических функций. Изолированность нулей.
13. Теорема единственности. Аналитическое продолжение.
14. Представление аналитических функций рядами Лорана.
15. Устранимая особая точка.
16. Полус.
17. Существенно особая точка
18. Вычеты, их применение к вычислению определённых интегралов.
19. Счётные множества.
20. Несчётные множества.
21. Метрические пространства.
22. Принцип сжимающих отображений.
23. Теорема существования и единственности решений дифференциальных уравнений.
24. Компактность.
25. Линейные нормированные пространства.
26. Евклидовы пространства.
27. Мера Лебега.
28. Измеримые функции.
29. Интеграл Лебега.

**6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**Рейтинг по дисциплине «Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ»**

Составляющие итоговой оценки за дисциплину:

1) Текущий контроль (общий вес 70 баллов):

до 21 балла – посещение занятий;

до 36 баллов – выполнение индивидуальных заданий и заданий для самостоятельной работы;

до 10 баллов – выполнение отдельно выделенных в методических указаниях к выполнению работ задач повышенной сложности;

до 3 баллов – выполнение контрольной работы

Оценка	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»
Интервал количества баллов	81 - 100	61 - 80	41 - 60	0..40

2) Итоговый контроль заключается в проведении экзамена (общий вес - 30 баллов). Экзамен проводится по вопросам с обязательным решением задач. Как правило, студент получает один вопрос из приведённого выше списка и четыре задачи, готовится в присутствии преподавателя и даёт подробные комментарии. Студент, пропускавший занятия в ходе семестра, получает дополнительные вопросы и задачи по каждой пропущенной им теме (на усмотрение преподавателя).

Для получения положительной итоговой оценки на экзамене необходимо получить не менее 50% по каждой составляющей и выполнить все индивидуальные работы. Шкала перевода баллов в оценку: до 40 - «неудовлетворительно»; 41 - 60 - «удовлетворительно», 61 - 80 - «хорошо», 81 - 100 - «отлично».

Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ОПК-3)

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания с весовым коэффициентом	Показатели оценивания				
		1	2	3	4	5
Выпускник знает основные понятия и методы теории функций комплексного переменного и функционального анализа	когнитивный – 0,4	Не знает основных понятий и методов	Называет некоторые основные понятия и методы	Знает все основные понятия и методы	Знает сущность основных понятий и методов	Знает тонкости основных понятий и методов
Выпускник умеет решать типовые задачи теории функций комплексного переменного и функционального анализа	деятельностный – 0,4	Не способен определять конкретные шаги решения задачи	Предпринимает попытки установить конкретные шаги решения задачи	Устанавливает отдельные шаги решения задачи	Устанавливает полный алгоритм решения задачи	Устанавливает полный алгоритм решения и правильно решает задачу
Выпускник владеет способностью самостоятельно оценивать правильность	деятельностный – 0,2	Не имеет представления о способах самостоятельной оценки правильности	Имеет слабое представление о способах самостоятельной оценки правильности	Имеет представление о способах самостоятельной оценки правильности	Пытается самостоятельно оценить правильность решения задачи	Самостоятельно оценивает правильность решения задачи

решения задач.		решения задач	решения задач	решения задач		
----------------	--	---------------	---------------	---------------	--	--

№ п/п	Содержание занятия	количество часов	баллы
1.	Плоскость комплексных чисел, числовые последовательности и ряды	8	5
2.	Функции комплексного переменного, функциональные последовательности и ряды	8	5
3.	Дифференцируемые и аналитические функции	8	5
4.	Элементарные функции, понятие римановой поверхности	8	5
5.	Интеграл от функции комплексного переменного	8	5
6.	Представление функций рядами Тейлора	8	5
7.	Ряды Лорана, изолированные особые точки	8	5
8.	Вычеты и их применение	8	5
9.	Множества и мощность	8	5
10.	Метрические пространства	8	6
11.	Линейные нормированные пространства	8	6
12.	Мера Лебега	8	6
13.	Измеримые функции, интеграл Лебега	8	5
14.	Контрольная работа	4	2
15.	Экзамен	36	30
<b>ИТОГО</b>		144	100

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература:

- 1 Денисов, И. В. Теория функций комплексного переменного / И.В. Денисов - 3-е изд., перераб. и доп.– Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2011. – 180 с.
- 2 Данилин А. Р. Функциональный анализ: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. – 200 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239528&sr=1>

### 7.2 Дополнительная литература:

- 3 Балк, М. Б. Математический анализ. Теория аналитических функций / М. Б. Балк, Н. Я. Виленкин, В. А. Петров.– М.: Просвещение, 1985.
- 4 Балк, М. Б. Задачник – практикум по теории аналитических функций / М. Б. Балк, В. А. Петров, А. А. Полухин.– М.: Просвещение, 1976.
- 5 Боярчук, А. К. Справочное пособие по высшей математике. Функции комплексного переменного (теория и практика) / А. К. Боярчук.– М.: Издательство «УРСС», 1997.– Т. 4.
- 6 Гурвиц, А. Теория функций / А. Гурвиц, Р. Курант.– М.: Наука, 1968.

- 7 Лаврентьев, М. А. Методы теории функций комплексного переменного / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат.– М.: Наука, 1987.
- 8 Маркушевич, А. И. Теория аналитических функций / А. И. Маркушевич.– М.: Наука, 1967.– Т. I.
- 9 Маркушевич, А. И. Введение в теорию аналитических функций / А. И. Маркушевич, Л. А. Маркушевич.– М.: Просвещение, 1977.
- 10 Математическая энциклопедия: В 5 т. – М.: Сов. энцикл., 1977–1985.
- 11 Привалов, А. И. Введение в теорию функций комплексного переменного / А. И. Привалов.– М.: Наука, 1977.
- 12 Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов.– М.: Физматлит, 2001.
- 13 Сидоров, Ю. В. Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю. В. Сидоров, М. В. Федорюк, М. И. Шабунин.– М.: Наука, 1982.
- 14 Шабат, Б. В. Введение в комплексный анализ. Функции одного переменного / Б. В. Шабат.– М.: Наука, 1985.– Ч. I.
- 15 Шабунин, М. Теория функций комплексного переменного: учебник для студентов вузов / М. Шабунин, Ю. Сидоров. - М.: Юнимедиастайл, 2006. - 248 с.
- 16 Петров В.А., Виленкин Н.Я., Граев М.Н. Элементы функционального анализа в задачах.- М.: Просвещение, 1978, 128 с.

#### **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Math.ru [Электронный ресурс]: портал математического образования / Отделение математических наук Российской Академии Наук; Московский центр непрерывного математического образования. - М: [б. и.], 2011. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL:<http://www.math.ru>
2. МЦНМО [Электронный ресурс]: свободно распространяемые издания / Департамент образования г. Москвы, Математический институт имени В.А. Стеклова, МГУ имени М.В. Ломоносова, отделение математики РАН. - М: [б. и.], 2004. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL:<http://www.mccme.ru/free-books>
3. Exponenta.ru [Электронный ресурс]: образовательный математический сайт / АХОФТ. - М: [б. и.], 2000. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. URL:<http://exponenta.ru/>
4. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)
5. <http://moodle.tsput.ru/course/view.php?id=11339>

Для качественной организации занятий в соответствии с разработанным курсом необходимо иметь возможность:

- 1) чтения лекций, в том числе с использованием мультимедийных средств обучения;
- 2) работы в компьютерном классе. На компьютерах должно быть установлено программное обеспечение:
  - а. интегрированная среда программирования;
  - б. текстовый редактор Microsoft Word
- 3) выхода студентов в образовательную систему MOODLE

#### **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В разделе «Теория функций комплексного переменного» изучаются те же понятия, что и в курсах «Введение в анализ и дифференциальное исчисление» (1-й семестр), «Интегралы и ряды» (2-й семестр). Однако их содержание меняется весьма существенно. Прежде всего, приходится иметь дело с многозначными функциями. Отпадает обычная геометрическая иллюстрация функции с помощью графика и на её место становится представление об отображении плоских множеств. Условие дифференцируемости функции комплексного переменного оказывается значи-

тельно более жёстким, чем условие дифференцируемости функции действительного переменного. Например, из условия дифференцируемости в комплексной области автоматически вытекает существование производных всех порядков и целый ряд свойств функций, совершенно необычных для действительного анализа. Курс ТФКП завершается приложением построенной теории к вычислению определённых интегралов, даже «не берущихся» в рамках действительного анализа. Показывается, что вычисление интегралов возможно без нахождения первообразных функций. Такой подход предполагает аналитическое продолжение подынтегральной функции в комплексную плоскость. С помощью теории функций комплексного переменного происходит формирование представлений о математике как целостной дисциплине, обоснование решений алгебраических и дифференциальных уравнений. Оказывается, что аналитические функции находятся в тесной связи с решениями уравнения Лапласа, к которому приводятся многие физические задачи.

Раздел «Функциональный анализ» посвящён изучению бесконечномерных пространств. Данный курс состоит из трёх разделов. В первом изучаются элементы теории множеств, связанные, в первую очередь, с их мощностью. Во втором изучаются пространства, с точки зрения «метрики», или расстояния: метрические, нормированные, евклидовы и др. пространства. В третьем изучается мера и интеграл Лебега, обобщение интеграла Римана, известного из курса интегрального исчисления.

#### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Подписка Microsoft DreamSpark Premium - Сублицензионный договор № S-2042626/M18 от 04.06.2013:
  - 1.1. Средства для разработки и проектирования Visual Studio 2008, 2010, 2012 и 2013 Professional Editions;
  - 1.2. Операционная система Windows 7 Professional;
  - 1.3. Операционная система Windows 8 Pro;
  - 1.4. Операционная система Windows 8.1 Pro;
  - 1.5. Отдельные программы из Office 2007, Office 2010, Office 2013 (в том числе Access, Visio, Project и др.)
2. Доступ студентов через личные кабинеты к электронным библиотечным системам.
3. Возможность работы студентов на удаленном рабочем столе кафедры информатики и информационных технологий.

#### **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»**

Компьютерные аудитории, подключение к локальной сети университета и сети Интернет, права доступа к перечисленному выше программному обеспечению.

## 12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Компетенция:** способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ОПК-3).

**Выпускник знает:**

основные понятия и методы теории функций комплексного переменного и функционального анализа.

**Умеет:**

решать типовые задачи теории функций комплексного переменного и функционального анализа.

**Владеет и (или) имеет опыт деятельности:**

способность самостоятельно оценивать правильность решения задач.

2. Место дисциплины «Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ» в структуре ООП

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного и функциональный анализ» относится к дисциплинам базовой части учебного плана и изучается в 7-м семестре. Для освоения дисциплины используются знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения дисциплин школьного курса математики, а также изученных ранее разделов математического анализа: «Введение в анализ и дифференциальное исчисление» (1-й семестр), «Интегралы и ряды» (2-й семестр), «Многомерный анализ» (3-й семестр).

3. Объем дисциплины 4 зачётные единицы.

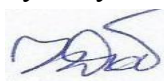
4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.

5. Разработчики: д. ф.-м. н., профессор кафедры алгебры, математического анализа и геометрии И. В. Денисов

## 13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ»

Изменения к рабочей программе дисциплины отсутствуют.

Заведующий кафедрой АМАиГ  
«1» декабря 2015 г.



Н.М. Добровольский,

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Разработчики:

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Дата разработки	Подпись
Денисов Игорь Васильевич	доктор физико-математических наук	доцент	профессор кафедры алгебры, математического анализа и геометрии	01.12.2015	