«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория функций комплексного переменного**

: 13.03.02

, :

: 1 2, : 2 3

		2	3
1	()	0	3
2		0	108
3	, .	2	13
4	, .	2	0
5	, .	0	6
6	, .	0	0
7	, .	0	3
8	, .	0	2
9	, .		5
10	, .	0	93
11	(, ,)		
12			

(): 13.03.02

955 03.09.2015 ., : 25.09.2015 .

: 1,

(): 13.03.02

, 4 20.06.2017

, 9 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:

11.

Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:

12.

2.

2.1

(, , ,)	
-----------	--

.5. 12

1. о том, что невозможно освоить естественно-научные общеобразовательные и специальные дисциплины без знаний, которые содержатся в данном курсе ; ;

.2. 11

2. понятия и методы теории функций комплексного переменного ;

3. определять аналитичность функции комплексного переменного и ее поведение в окрестности изолированных особых точек, раскладывать функции в ряды Тейлора и Лорана, вычислять коэффициенты ряда Лорана и вычеты ;

4. дифференцировать и интегрировать функций комплексного переменного ;

5. выполнять арифметические операции над комплексными числами ;

3.

3.1

	,	.		
: 2				
:				
1.	0	2	1	

3.2

	,	.		
: 3				
:				

1.		1	1	1, 2, 3	
:					
2.		1	1	1, 4, 5	
:					
3.		1	1	1, 4	
:					
4.		0	1,5	1, 5	
5.		0	1,5	1, 4	

4.

: 3					
1			3, 4, 5	30	3
[]: - / . . . ; . [2 []: 140200]/ . . . ; . []: - , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183798. -					
2			2, 3, 4, 5	57	1
, , []: [2 140200]/ . . . ; , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183798. -					
3			1, 2, 3, 4, 5	6	1
, , []: [2 140200]/ . . . ; , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183798. -					

.2	11.	+	+
.5	12.		+

1

7.

1. Краснов М. Л. Функции комплексного переменного : задачи и примеры с подробными решениями : [учебное пособие для вузов] / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И., Макаренко. - М., 2012. - 205 с. : ил.

2. Икрянников В. И. Практикум по высшей математике : элементы теории функций комплексной переменной, операционное исчисление, элементы теории вероятностей и математической статистики : учебное пособие / В. И. Икрянников, Э. Б. Шварц ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. приклад. мат. и информатики. - Новосибирск, 2011. - 158, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000150119

3. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544573> - Загл. с экрана.

1. Краснов М. Л. Функции комплексного переменного. Задачи и примеры с подробными решениями : учебное пособие для вузов / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. - М., 2003. - 205 с. : ил.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Филатов В. В. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : спецглавы высшей математики : слайд-конспект лекций / Филатов В. В., Бутырин В. И., Гобыш А. В. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156284

2. Павшок Л. В. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса ФЭН по направлению 140200 Электроэнергетика] / Л. В. Павшок ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183798. - Загл. с экрана.

3. Бутырин В. И. Функции комплексного переменного [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. И. Бутырин, А. В. Гобыш, В. В. Филатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208318. - Загл. с экрана.

8.2

1 Windows

2 Office

9.

-

1	(- , ,)	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра инженерной математики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория функций комплексного переменного

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электроэнергетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория функций комплексного переменного приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ)	Промежуточная аттестация (зачет)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	з11. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности з12. знать основные объекты электроэнергетической системы	Функции комплексной переменной	Задачи 1-4	Зачет (задачи 1-4, вопросы 1-2)
		Дифференциальное исчисление ФКП	Задачи 5	Зачет (задачи 5-6, вопросы 3-6)
		Интегральное исчисление ФКП	Задачи 6-8	Зачет (задачи 7-8, вопросы 7-9)
		Ряды Тейлора и Лорана	Задачи 9	Зачет (задачи 9-10, вопросы 10-12)
		Вычеты	Задачи 10	Зачет (задачи 11-13, вопросы 13-15)

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.5/ПТ.

Зачет проводится в комбинированной форме: письменная подготовка (90 минут) с использованием конспекта лекций и устное собеседование.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (типовой расчет) (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ОПК.2, ПК.5/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Теория функций комплексного переменного», 3 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в комбинированной форме: письменная подготовка (90 минут) с использованием конспекта лекций и устное собеседование. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазонов вопросов 1-6, второй вопрос из диапазонов вопросов 7-15 (список вопросов приведен ниже), первая задача выбирается из диапазона задач 1-3, вторая задача выбирается из диапазона задач 4-8, третья задача выбирается из диапазона задач 9-13 (перечень задач приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

В случае пересдачи зачета (исправление оценки неудовлетворительно) используется тест, разработанный в системе DiTest. Студенты выполняют задания с использованием личных паролей в терминальном классе ИДО НГТУ, решения оформляются на листах, в систему тестирования вводятся ответы. Задание с неправильным ответом может быть оценено преподавателем, если в представленном на листе решении содержатся незначительные ошибки. Продолжительность теста 90 минут, тест формируется по следующему правилу: производится случайная выборка 10 заданий по одному из банка задач 1, 2, 3, 4, 5-6, 7, 8, 9-10, 11-12, 13 (п.5).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Факультет ФЭН БИЛЕТ № <u>1</u> дисциплина «Теория функции комплексного переменного», 3 семестр	
<ol style="list-style-type: none">1. Показательная функция комплексного переменного: область определения и множество значений, алгебраическая форма значения функции, свойства, аналитичность.2. Интегральная формула Коши.3. Вычислить значение $\left(\frac{1+i}{1-2i}\right)^8$.4. Вычислить интеграл $\int_C z \operatorname{Re} z dz$, $C: z =1, 0 \leq \arg z \leq \pi$5. Найти вычет функции $f(z) = z^2 \sin \frac{2}{z}$ в точке $z=0$.	
Утверждаю: зав. кафедрой ИМ _____ (подпись)	профессор Селезнев В.А. _____

Пример теста для зачета

Вопрос 1. Найдите модуль комплексного числа $-12 + 5i$

- a) 13
- b) -7
- c) 12
- d) 17

Вопрос 2. На рисунке представлена геометрическая иллюстрация комплексного числа $z = x + iy$. Тогда тригонометрическая форма записи этого числа имеет вид

- a) $2\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{4} - i\sin\frac{\pi}{4}\right)$
- b) $2\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{4} + i\sin\frac{\pi}{4}\right)$
- c) $2\left(\cos\frac{\pi}{4} + i\sin\frac{\pi}{4}\right)$
- d) $2\left(\cos\frac{\pi}{4} - i\sin\frac{\pi}{4}\right)$

Вопрос 3. Значение функции $f(z) = 2z^2 - i$ в точке $z_0 = 1 - i$ равно:

- a) $-5i$
- b) $2 + i$
- c) $2 - 10i$
- d) $1 + 2i$

Вопрос 4. Запишите в алгебраической форме значение $\operatorname{Arsh} i$

- a) $i\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right)$
- b) $i\frac{\pi}{2}$
- c) $-i\left(\frac{\pi}{2} + \pi k\right)$
- d) $-i\frac{\pi}{2}$

Вопрос 5. Восстановите аналитическую функцию по ее действительной части:

$$\operatorname{Re} f(z) = x^2 - y^2 + x, \quad f(1+i) = 1+i$$

- a) $f(z) = z^2 + z - 2i$
- b) $f(z) = z^2 - 2i$
- c) $f(z) = z^2 + z - i$
- d) $f(z) = 2z^2 - z - i$

Вопрос 6. Вычислите интеграл $\int_C \operatorname{Re} z \, dz$ по прямой C от точки $z_1 = 0$ до точки $z_2 = 1 + i$

(ответ дайте в алгебраической форме)

- a) $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$
- b) $\frac{1}{2} - \frac{1}{2}i$
- c) $-\frac{1}{2}i$
- d) $\frac{1}{2}i$

Вопрос 7. Вычислите интеграл $\int_L \frac{\operatorname{ch} e^{i\pi z} dz}{z^3 - 4z^2}$ по контуру $L: |z - 3| = 2$, используя

интегральную формулу Коши, теорему Коши

- a) $\frac{\pi i \operatorname{ch} 1}{8}$
- b) $-\frac{\pi i \operatorname{ch} 1}{8}$
- c) $\frac{\pi^2 \operatorname{sh} 1}{2}$
- d) $\frac{\pi^2 \operatorname{sh} 1}{2} - \frac{\pi i \operatorname{ch} 1}{8}$

Вопрос 8. Определите характер особой точки $z = 2$ функции $f(z) = \frac{\sin \pi z}{4 - z^2}$

- a) **устраняемая особая точка**
- b) нуль первого порядка
- c) нуль второго порядка
- d) полюс первого порядка
- e) полюс второго порядка

Вопрос 9. Вычислите интеграл $I = \int_{|z|=1} z \cos \frac{2}{z} dz$ с помощью вычетов

- a) $-4\pi i$
- b) $-\pi i$
- c) $2\pi i$
- d) $\frac{\pi i}{2}$

Вопрос 10. Вычислите несобственный интеграл $I = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 dx}{x^4 + 1}$ с помощью вычетов

- a) $\frac{\pi\sqrt{2}}{2}$
- b) $\pi\sqrt{2}$
- c) $\frac{\pi\sqrt{2}}{4}$
- d) $2\pi\sqrt{2}$

2. Критерии оценки

Критерии оценки билета для зачета

- Ответ на билет считается **неудовлетворительным**, если студент не дает определений основных понятий, не способен сформулировать теоремы и методы решения задач. Оценка составляет 0-9 баллов.
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если даны основные определения и методы решения задач, некоторые задачи выполнены с ошибками. Оценка составляет 10-14 баллов
- Ответ на билет засчитывается на **базовом** уровне, если даны определения, сформулированы теоремы, частично показано их применение, качество выполнения ни одной из задач не оценено нулевым баллом, некоторые из выполненных задач, возможно, содержат ошибки. Оценка составляет 15-18 баллов
- Ответ на билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если даны определения, сформулированы и частично доказаны теоремы, показано их применение, правильно решены задачи. Оценка составляет 19-20 баллов.

Критерии оценки теста

- Каждое задание теста оценивается в 1-2 балла.
- Ответ на тест считается **неудовлетворительным**, если студентом не выполнено больше половины заданий из каждой ДЕ. Оценка составляет 0-9 баллов.
- Ответ на тест засчитывается на **пороговом** уровне, если некоторые задачи из каждой ДЕ выполнены с ошибками. Оценка составляет 10-15 баллов
- Ответ на тест засчитывается на **базовом** уровне, если даны правильные ответы на все задания теста, возможны арифметические ошибки. Оценка составляет 16-20 баллов.
- Ответ на тест на **продвинутом** уровне не предусмотрен.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория функций комплексного переменного»

1. Функция комплексного переменного (ФКП): область определения и множество значений, действительная и мнимая части функции.
2. Предел ФКП в точке. Непрерывность ФКП.
3. Производная ФКП в точке. Дифференцируемость ФКП.
4. Аналитичность ФКП. Условие аналитичности ФКП.

5. Геометрический смысл производной ФКП.
6. Элементарные ФКП: область определения, множество значений, аналитичность (показательная функция; логарифмическая функция; степенная функция; тригонометрические функции и их обратные; гиперболические функции и их обратные).
7. Интеграл ФКП по кривой. Способы вычисления.
8. Интегральные формулы Коши.
9. Интеграл по замкнутому контуру от аналитической функции.
10. Ряд Тейлора для функции, аналитичной в круге.
11. Ряд Лорана для функции, аналитичной в кольце.
12. Особые точки: определение, ряд Лорана в ее окрестности, способы определения характера особой точки: (нули; устранимые особые точки; полюсы; существенно особые точки).
13. Вычеты ФКП в особых точках.
14. Вычисление интеграла по замкнутому контуру от ФКП с помощью вычетов.
15. Вычисление несобственного интеграла от функции действительного переменного с помощью вычетов.

4. Перечень тем задач для зачета

1. Модуль и аргумент комплексного числа
2. Различные формы представления комплексного числа
3. Операции над комплексными числами
4. Вычисление значений функций комплексного переменного
5. Исследование функции комплексного переменного на дифференцируемость и аналитичность.
6. Дифференцирование функций комплексного переменного.
7. Вычисление интеграла по кривой от функции комплексного переменного.
8. Вычисление интегралов по замкнутому контуру с помощью интегральной формулы Коши
9. Разложение функций в ряд Лорана
10. Определение типа особой точки аналитической функции
11. Нахождение вычета функции в особой точке
12. Вычисление интегралов по замкнутому контуру от функций комплексного переменного с помощью вычетов.
13. Вычисление несобственных интегралов с помощью вычетов.

Паспорт расчетно-графического задания (типового расчета)

по дисциплине «Теория функций комплексного переменного», 3 семестр

1. Методика оценки

РГЗ (типовой расчет) разработан на кафедре инженерной математики и содержит 12 задач. Вариант каждому студенту определяется индивидуально. Всего 25 вариантов.

Задания расчетно-графической работы размещены на сайте

http://ciu.nstu.ru/kaf/im/study_activity/tipove_raschet.

Типовой расчет выполняется студентами за счет часов самостоятельной работы.

Обязательные структурные части типового расчета:

1. Операции над комплексными числами, записанными в различных формах. Вычисление значений функций комплексного переменного (задачи № 1-5);
2. Исследование функции комплексного переменного на дифференцируемость и аналитичность (задача 5);
3. Вычисление интеграла по кривой от функции комплексного переменного. Вычисление интегралов по замкнутому контуру с помощью интегральной формулы Коши (задачи 6-8);
4. Разложение функций в ряд Лорана (задачи 9);
5. Нахождение вычета функции в особой точке. Вычисление интегралов по замкнутому контуру от функций комплексного переменного с помощью вычетов (задачи 10-12).

На обложке типового расчета необходимо указать название дисциплины, название и номер типового расчета, ФИО, группу и номер варианта. Каждое задание оформляется на отдельном листе и сдается после прохождения темы. При оформлении задания обязательны: условия задачи, подробное решение с комментариями, рабочими формулами и рисунками, ответ.

Оцениваемые позиции: сроки выполнения типового расчета (до или после установленного срока); наличие в решениях комментариев, рабочих формул, иллюстративных рисунков; арифметические ошибки на оценку не влияют.

1. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если необходимые практические навыки работы с изученным материалом не сформированы, большинство заданий выполнены с ошибками, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если необходимые практические навыки работы с изученным материалом в основном сформированы, приведены решения без комментариев, рабочих формул, иллюстративных рисунков, некоторые виды заданий типового расчета выполнены с ошибками и оценены 0-0,5 балла, задания сданы после установленного срока, оценка составляет 11-15 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все задания типового расчета выполнены, ни одного из них не оценено в 0 баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки и оценены в 1 балл, оценка составляет 16-30 баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все задания типового расчета выполнены, приведены решения с комментариями, рабочими формулами и рисунками, качество выполнения заданий оценено числом баллов, близким к максимальному (3 балла за задачу), оценка составляет 30-36 баллов.

2. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

3. Образец варианта типового расчета

1. Вычислить значение функции (ответ дать в алгебраической форме) $\operatorname{Arctg} \frac{i}{3}$.
2. Извлечь корень соответствующей степени из данного числа. Ответ записать в алгебраической форме и изобразить на комплексной плоскости. $\sqrt[3]{4\sqrt{2}(1+i)}$.
3. Выяснить геометрический смысл соотношений, сделать чертеж $|z+3i|=|z-1|$
4. Решить уравнение (ответ дать в алгебраической форме) $3chiz = 4i$
5. Восстановить аналитическую функцию по данной действительной или мнимой части её. $\operatorname{Im} f(z) = 2e^x \cos y + 2xy - 1, \quad f(0) = i$.
6. Вычислить интеграл по дуге C от точки z_1 до точки z_2 (ответ дать в алгебраической форме). $\int_C (2 + \bar{z}) dz; \quad C: x = y^2, z_1 = 0, z_2 = 4 - 2i$.
7. Вычислить интеграл от аналитической функции (ответ дать в алгебраической форме). $\int_0^{-i} (z+1) \operatorname{ch} z dz$.
8. Найти интеграл по контурам L_1, L_2, L_3 используя интегральную формулу Коши, теорему Коши.

$$\int_L \frac{(e^{iz} - 1) dz}{z^3 - z^2 \pi}; \quad \text{а) } L_1: \left| z - \frac{3}{2} \right| = 1, \quad \text{б) } L_2: \frac{(x-1)^2}{9} + y^2 = 1, \quad \text{в) } L_3: |z - 3 - i| = \frac{3}{2}.$$

9. Разложить функцию в ряд Лорана в указанных областях.

$$\frac{z+5}{z^2+z-12}; \quad \text{а) } 3 < |z| < 4, \quad \text{б) } |z| > 4, \quad \text{в) } 0 < |z-4| < 7.$$

10. Вычислить интегралы с помощью вычетов.

$$\int_{|z|=3} \frac{4z+5}{z(z^3-8)} dz, \quad \int_{|z|=2} (3z-1) \operatorname{ch} \frac{2}{z-1} dz.$$

11. Вычислить несобственный интеграл с помощью вычетов. $\int_0^{\infty} \frac{x^2 dx}{(x^2 + 1)^3}$.

12. Найти интеграл от заданной ветви многозначной функции по кривой C от точки z_1 до точки z_2 . $\int_C z \ln z dz$; $C: |z|=1$ ($x \geq 0, y \geq 0$); $z_1 = 1$; $z_2 = i$; $\ln 1 = 2\pi i$.