

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической
физики имени академика Ф.М.Митенкова (ИЯЭиТФ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Хробостов А.Е.

подпись

ФИО

“ 15 ” 06 _____ 2021 __ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б9.4 Теория функций комплексного переменного

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: «Тепловые и электрические станции»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра АТС

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 180/5
часов/з.с

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Чернова Е.А., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 года № 143 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 15.06.2021 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 4.06.21 № 9/1
Зав. кафедрой д.ф.-м.н, профессор Куркин А.А. _____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИЯЭ и ТФ, Протокол №3 от 10.06.2021

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № 13.03.01-Т-10
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

Содержание

1.	<u>ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	4
2.	<u>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	4
3.	<u>КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u>	4
4.	ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО-----	-6
5.	<u>СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	6
6.	<u>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	15
7.	<u>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	17
8.	<u>ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	18
9.	<u>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u>	19
10.	<u>МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	20
11.	<u>МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	20
12.	<u>ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является овладение студентами основных понятий теории функций комплексного переменного и математических методов исследования, а также выработка у них навыков решения типовых задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

Способность использовать математический аппарат для решения задач инженерной деятельности;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Теория функций комплексного переменного включена в перечень базовой части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б.1.Б.9.4. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина Теория функций комплексного переменного является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Математический анализ, Физика, Математическое моделирование систем, Теория вероятностей и математическая статистика, Электротехника и электроника, Теоретическая механика.

Рабочая программа дисциплины Теория функций комплексного переменного для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1.1- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Математический анализ	*	*						
Аналитическая геометрия. Линейная алгебра	*							
Обыкновенные Д.У.		*						
ТФКП			*					
ТВиМС				*				
Физика		*	*	*				
Химия	*							
Начертательная геометрия и инженерная графика		*						
Компьютерная графика			*					
Электротехника и элек-					*	*		

<i>троники</i>								
<i>Теоретическая механика</i>			*	*				
<i>Техническая термодинамика</i>				*				
<i>Механика жидкости и газа</i>				*				
<i>Теплообмен в энергетических установках</i>					*	*		
<i>Ядерная физика</i>						*		
<i>Экспериментальные методы исследования</i>								*
<i>Физика ядерных реакторов</i>								*

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-2.1. Применяет физико-математический аппарат при решении соответствующих профессиональных задач	Знать основные понятия и методы теории функций комплексного переменного.	Уметь использовать методы теории функций комплексного переменного в технических приложениях.	Владеть навыками решения простейших физических задач, связанных с использованием методов теории функций комплексного переменного.	Контрольные работы, индивидуальная аудиторная проверочная работа, тестирование в системе E-learning.	Билеты для экзамена
	ИОПК- 2.2. Использует методы анализа и моделирования при решении теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать основные понятия и методы теории функций комплексного переменного, математического анализа.	Уметь строить математические модели простейших систем, решать задачи применительно к реальным процессам.	Владеть Навыками анализа результатов решения задач с математической и физической точек зрения, самостоятельного пополнения математических знаний.		

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№ сем 3	№ сем 4
Формат изучения дисциплины	С использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180	
1. Контактная работа:	75	75	
1.1.Аудиторная работа, в том числе:			
занятия лекционного типа (Л)	34	34	
занятия семинарского типа (практ. Занятия и др)	34	34	
лабораторные работы (ЛР)			
1.2.Внеаудиторная, в том числе	7	7	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3	3	
2. Самостоятельная работа (СРС)	69	69	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа	15	15	
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	54	54	
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36	

5.2.Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студента				
		Лекции	Лабораторные	Практические занятия					
3 семестр									
ОПК-2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2	Раздел 1. Числовые ряды								
	Тема 1.1Основные понятия теории рядов	1		1	3	7.1.1. с. 25 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий			
	Тема 1.2 Признаки сходимости числовых рядов	2		2	3	7.1.5. с.105 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домаш-	E-learning		

						них заданий			
	Тема 1.3 Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница	1		1	3	7.1.5. с.113 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий; - подготовка к выполнению индивидуальной аудиторной проверочной работе по теме раздела;	проверочная работа		
	Раздел 2. Функциональные ряды								
ОПК-2 ИОПК-2.1,2.2	Тема 2.1 Признаки сходимости. Равномерная сходимость	2		2	3	7.1.5. с.115 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий; - подготовка к выполнению индивидуальной аудитор-	E-learning		

						ной проверочной работе по теме раздела;			
	Тема 2.2 Степенные ряды. Ряды Тейлора. Ряды Маклорена.	3		3	5	7.1.5. с.120 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	проверочная работа		
	Раздел 3. Ряды и интегралы Фурье								
ОПК-2 ИОПК-2.1,2.2	Тема 3.1 Ряды Фурье	3		3	4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	проверочная работа		
	Тема 3.2 Интегралы Фурье	2		1	4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий - подготовка к вы-	E-learning		

					полнению индивидуальной аудиторной проверочной работе по теме раздела			
ОПК-2 ИОПК-2.1,2.2	Раздел 4. Комплексные числа							
	Тема 4.1 Действия над комплексными числами	1		1	3	7.2.1. с.5 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	E-learning	
	Тема 4.2 Формы записи комплексных чисел	1		1	3	7.2.1. с.9 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	E-learning	
	Раздел 5. Функции комплексной переменной. Дифференцирование и интегрирование функций комплексной переменной							

ОПК-2 ИОПК-2.1,2.2	Тема 5.1 Функции комплексной переменной	2		2	3	7.2.1. с.24 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	E-learning		
	Тема 5.2 Дифференцирование функций комплексной переменной	2		3	6	7.2.1. с.37 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	E-learning		
	Тема 5.3 Интегрирование функций комплексной переменной	4		4	6	7.2.1. с.45 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	проверочная работа		
	Раздел 6. Ряды в комплексной области. Особые точки. Вычеты								

Тема 6.1 Основные понятия	1		1	2	7.2.1. с.48 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий - подготовка к выполнению индивидуальной аудиторной проверочной работе по теме раздела	E-learning		
Тема 6.2 Ряды Тейлора. Ряды Лорана	3		2	3	7.2.1. с.63 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	E-learning		
Тема 6.3 Особые точки	1		1	3	7.2.1. с.76 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала;	E-learning		

					- решение домашних заданий			
Тема 6.4 Вычеты Вычисление интегралов с помощью вычетов	1		2	3	7.2.1. с.81 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	проверочная работа		
Раздел 7. Операционное исчисление								
Тема 7.1 Основные понятия. Свойства преобразования Лапласа	2		1	4	7.2.1. с.97 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	E-learning		
Тема 7.2 Решение дифференциальных уравнений и систем методом операционного исчисления	2		3	4	7.2.1. с.114 - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	проверочная работа		
Тема 7.3 Интеграл Дюамеля				4	7.2.1. с.112 - чтение основной и			

					дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий			
итого	34		34	69				
Внеаудиторная контактная работа	7							
Подготовка к промежуточной аттестации	36							
Итого по дисциплине	180							

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

https://edu.nntu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/798.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения контрольных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
40<R<=50	Отлично	зачет
30<R<=40	Хорошо	
20<R<=30	Удовлетворительно	
0<R<=20	Неудовлетворительно	незачет

6.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбальной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/798.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-2.1. Применяет физико-математический аппарат при решении соответствующих профессиональных задач ИОПК- 2.2. Использует методы анализа и моделирования при решении теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Не знает определений важнейших понятий, свойств, формул математики, не может сформулировать основные утверждения, что препятствует усвоению последующего материала.	Фрагментарные, поверхностные знания по математике. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «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.
Средний уровень «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.
Пороговый уровень «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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная литература

7.1.1 Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления : Учеб.пособие: В 2-х т. Т.1 / Н. С. Пискунов. - Изд.стер. - М. : Интеграл-Пресс, 2010. - 415 с. : ил. - Предм.указ.:с.410-415. - ISBN 978-5-89602-012-0(т.1); 978-5-89602-014-7.

7.1.2 Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике / Д. Т. Письменный. - 10-е изд.,испр. - М. : Айрис-пресс, 2011. - 603 с. : ил. - (Высшее образование). - Прил.:с.599-603. - ISBN 978-5-8112-4351-8.

7.1.3 Запорожец Г.И. Руководство к решению задач по математическому анализу: Учеб.пособие / Г. И. Запорожец. - 7-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2010. - 461 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0912-9.

7.1.4 Высшая математика в упражнениях и задачах : Учеб.пособие: В 2-х ч. Ч.2 / П. Е. Данко [и др.]. - 6-е изд. - М. : Оникс 21 век; Мир и образование, 2007. - 416 с. : ил. - Библиогр.: с.416. - Прил.:с.409-415. - ISBN 978-5-488-01070-3(Оникс). - ISBN 978-5-488-01072-7(Ч.2). - ISBN 978-5-94666-366-3(Мир и образование); 978-5-94666-389-2(Ч.2).

7.1.5 Кузнецов Л.Д. Сборник заданий по высшей математике , Типовые расчеты: Учебное пособие/ Изд. М.:Лань, 2007.-240с.-(Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN5-8114-0574-X

7.2.Справочно-библиографическая литература.

учебники и учебные пособия

7.2.1 Алексеенко, С.Н. Комплексный анализ и операционное исчисление: Учеб. пособие С.Н./ Алексеенко, А.В. Багаев, Л.Ю. Катаева, А.С Козелков; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2017. - 154 с. : ил. - Библиогр.:с.153-154. - ISBN 978-5-502-00969-0.

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

8.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	SMath Studio
	P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml

4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	6421 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групп-	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8	• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);

	повых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12	ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1 шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); - Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
	6543 компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12)	• Проектор Accer – 1 шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); - Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины *Теория функций комплексного переменного* используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы

успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учетом текущей успеваемости.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических работах

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение контрольных работ;
- обсуждение теоретических вопросов;
- решение типовых задач;
- аудиторная проверочная работа;
- тестирование;
- экзамен

Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена, зачета
Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену

Вопросы для проверки уровня обучаемости «ЗНАТЬ»

1. Основные понятия теории рядов. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимый признак сходимости числовых рядов. Достаточные признаки сходимости числовых рядов (признаки сравнения, признак Даламбера, признак Коши, интегральный признак Коши).
2. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница.
3. Действия над рядами. Ряды с комплексными числами.
4. Функциональные ряды. Основные понятия. Признаки сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Степенные ряды. Теорема Абеля. Ряды Тейлора и Маклорена. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
5. Ряды Фурье. Ряды Фурье для четных, нечетных, непериодических функций. Неравенство Бесселя. Равенство Ляпунова-Парсеваля. Ряды Фурье в комплексной форме. Интеграл Фурье.
6. Формы записи комплексных чисел и действия над ними.
7. Функции комплексного переменного.
8. Предел последовательности комплексных переменных. Непрерывность.
9. Дифференцирование функций комплексного переменного. Понятие аналитической функции. Условия Коши-Римана. Вычисление производных. Геометрический смысл производной.
10. Интегрирование функций комплексного переменного. Теорема Коши. Интеграл Коши.
11. Ряды функций комплексного переменного. Числовые ряды. Основные признаки сходимости. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Степенные ряды. Теорема Абеля. Ряд Тейлора. Ряды Лорана.
12. Классификация особых точек.
13. Вычеты. Теорема Коши о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов.
14. Операционное исчисление. Функция –оригинал, функция –изображение. Свойства преобразования Лапласа. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем д.у. операционным методом.

Вопросы для проверки уровня обучаемости «УМЕТЬ»

1. Применять признаки сходимости к исследованию сходимости ряда.
2. Находить область сходимости функционального ряда.
3. Раскладывать функцию в ряд Тейлора.
4. Применять ряды к приближенным вычислениям.
5. Вычислять коэффициенты ряда Фурье.
6. Доопределяя на всю числовую прямую заданную в промежутке $(0, l)$ функцию до периодической, получать для нее ряды Фурье по косинусам и синусам.
7. Находить амплитудный спектр.
8. Представлять интегралом Фурье функцию, продолжая её на $(-\infty, 0)$: а) чётным образом, б) нечётным образом.
9. Находить модуль и аргумент комплексного числа.
10. Строить на комплексной плоскости точки вида $x + iy$, окружности вида $|z - z_0| = R$.
11. Представлять комплексное число $x + iy$ в тригонометрической и показательной форме.
12. Возводить в степень комплексное число.
13. Находить все значения корня от комплексного числа.
14. Находить значения основных функций комплексного переменного (КП) и представлять эти значения в алгебраической форме: e^z , $\sin z$, $\cos z$, $\operatorname{Ln} z$, a^z , $\operatorname{sh} z$, $\operatorname{ch} z$.
15. Проверять, является ли данная комплекснозначная функция дифференцируемой.
16. Восстанавливать аналитическую функцию по ее действительной (мнимой) части.
17. Вычислять интеграл от функции комплексного переменного.
18. Применять интегральную формулу Коши для вычисления интеграла от функции комплексного переменного по замкнутому контуру.
19. Применять формулу для высших производных к вычислению интеграла от функции комплексного переменного по замкнутому контуру.
20. Раскладывать функцию КП в ряд Лорана в кольце.
21. Определять тип изолированной особой точки функции.
22. Вычислять вычет в изолированной особой точке.
23. Применять теорию вычетов к вычислению интегралов от функции КП.
24. Вычислять интегралы действительного переменного с помощью вычетов.
25. Уметь находить функцию-оригинал по изображению. Уметь находить изображение по оригиналу. Применять операционный метод к решению линейных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.

Вопросы для проверки уровня обучаемости «ВЛАДЕТЬ»

Тема «Ряды»

1. Исследовать на сходимость ряды:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n}{3n+1} \right)^{2n+1}, \sum_{n=1}^{\infty} \operatorname{arctg} \frac{n^2+1}{n+3}, \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{\sqrt{3^n}}.$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+2}{\ln(n+1)}, \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2+\sin n}{n}, \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (6n-5)}{10^n}.$$

2. Разложить функцию $\frac{9}{20-x-x^2}$ в ряд Тейлора по степеням x .

3. Найти область сходимости и область абсолютной сходимости степенного ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \sqrt{n}}{n^2+1} (x-2)^{2n}.$$

4. Найти сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n}.$$

5. Вычислить приближенно с точностью до 10^{-4} интеграл

$$\int_0^{1/4} \frac{\sin x}{x} dx.$$

Вариант проверочной контрольной работы.

1. Найти область сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^3}{(n+1)!} (x+5)^{2n+1}$.

2. Найти область сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} 8^n x^{2n} \operatorname{tg} \left(\frac{x}{4\sqrt{n}} \right)$.

3. Разложить в ряд Тейлора и указать область сходимости $y = \operatorname{arctg} x$ по степеням x .

4. Разложить в ряд Тейлора и указать область сходимости $y = \sin^2 x$ по степеням x .

5. Разложить функцию $f(x) = x+1$, заданную на $(0, \pi)$, по синусам кратных дуг.

Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sin 2n}{n}$.

6. Найти сумму ряда $\sum_{n=0}^{\infty} (n^2 + 6n + 5)x^{n+1}$.

Тема «ТФКП»

1. Даны два комплексных числа $z_1 = 2 - i, z_2 = 3 - i$. Найти $z_1 + z_2, z_1 - z_2, z_1 z_2, \frac{z_1}{z_2}$.

2. Даны два комплексных числа $z_3 = -4, z_4 = 1 + i\sqrt{3}$. Найти $\left(\frac{z_3}{z_4} \right)^{12}, \sqrt[3]{\frac{z_3}{z_4}}$.

3. Вычислить $\operatorname{Ln} i, \sin \pi i, i^{2i}$.

4. Вычислить интеграл $\int_C (2 + \bar{z}) dz$ по дуге $C: x = y^2$ от точки $z_1 = 0$ до точки $z_2 = 4 - 2i$.

5. Восстановите аналитическую функцию $f(z)$ по ее действительной части $u(x, y) = x^2 - y^2 - 2y$.

6. Вычислить интеграл $\int_C \frac{e^z dz}{z(1-z)^3}$ в зависимости от того, где находятся: а) точка 0 лежит внутри, а точка 1 вне контура C ; б) точка 1 лежит внутри, а точка 0 вне контура C ; в) точки 0 и 1 внутри контура C .
7. Разложите функцию $\frac{z+5}{z^2+z-12}$ в ряд Лорана в областях: а) $3 < |z| < 4$, б) $|z| > 4$, в) $0 < |z+4| < 7$.
8. Для следующих функций найти особые точки, выяснить их тип и вычислить чет: $\frac{e^z-1}{\sin \pi z}$; $\operatorname{sh} \frac{2}{z}$.
9. Вычислить интеграл

$$\oint_{|z|=2} \frac{\sin^2 z}{z \cos z} dz.$$

10. Используя вычеты, вычислить интеграл

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos x}{x^2 + 1} dx.$$

11. Используя вычеты, вычислить интеграл

$$\int_0^{2\pi} \frac{dx}{3 \sin x + 5}.$$

Вариант проверочной работы

1. Вычислить интеграл $\int_l (2z+1)\bar{z} dz$, где $l: |z|=1, 0 \leq \arg z \leq \pi$.
2. Вычислить интеграл с помощью интегральной формулы Коши $\oint_{|z|=4} \frac{z^2}{(z-2)^2(z+6)} dz$.
3. Разложить $f(z) = \frac{2z-3}{z^2-3z+2}$ в ряд Лорана в кольце $1 < |z| < 2$.

Вариант проверочной работы

1. Определить характер особых точек функций и найти вычет в них
А) $f(z) = \frac{\sin z}{z}$; Б) $f(z) = (z+1) \cdot e^{\frac{1}{z}}$.
2. Вычислить интеграл $\int_{|z-i|=3} \frac{e^{z^2}-1}{z^3-i \cdot z^2} dz$.
3. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{(1+x^2)(x^2+4)}$.

Критерии оценки знаний студентов при сдаче экзамена:

- Оценка **«отлично»** ставится в том случае, если студент прочно усвоил программный материал, грамотно и логично излагает его при ответе, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, глубоко изучил источники и литературу, умеет самостоятельно излагать их содержание, делать обобщения и выводы, задача решена верно с подробными выкладками (или устными пояснениями).
- оценка **«хорошо»** ставится, если студент обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий и определений; правильно применены теоретические положения при решении задачи, однако допускает отдельные неточности и пробелы в знаниях и (или) при решении задачи допущены незначительные ошибки, приведшие к неверному ответу.
- оценка **«удовлетворительно»** ставится в том случае, если студент усвоил только основную часть программного материала, допускает неточности, непоследовательность в изложении материала, затрудняется применить знания к решению задачи.
- оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при его изложении, не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения; ни один вопрос не рассмотрен до конца, наводящие вопросы не помогают.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 54 или указывают конкретное количество тестовых заданий по теме раздела	5	45

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G

Полный комплект билетов для экзамена содержится на кафедре «Прикладная математика»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИЯЭиТФ

“___” _____ 2021__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«_Б.1.Б.9.4 Теория функций комплексного переменного_»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров
Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность: Тепловые и электрические станции

Форма обучения ___ очная _____

Год начала подготовки: _2021_____

Курс _2_____

Семестр 3_____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик(и) Чернова Е.А. к. ф.-м. н., доцент _
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» _____ 2021__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПМ

_____ протокол № _9/1_ от «4_»
_06_____ 2021__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой АТС _____ «__» _____ 2021__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 2021__ г.