

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____ /Евсиков А.А./
подпись Фамилия И.О.

« 30 » июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теория функций комплексного переменного

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2023

Преподаватель:

Масликов А.А., к.ф.-м.н., доцент, кафедры общеобразовательных дисциплин

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Общеобразовательных дисциплин»

(название кафедры)

Протокол заседания №3 от « 29 » июня 2023 г.

Заведующий кафедрой профессор _____ Сытин А. Н.

(Фамилия И.О., подпись)

СОГЛАСОВАНО

И.о. заведующего выпускающей кафедрой профессор _____ Ющенко О.П.

(Фамилия И.О., подпись)

« 29 » 06 2023 г.

Эксперт (рецензент):

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается – подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3 Планируемые результаты обучения по дисциплине	4
4 Объем дисциплины	5
5. Содержание дисциплины.....	6
6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	9
7 Фонды оценочных средств по дисциплине	9
8 Ресурсное обеспечение	10
Приложение к рабочей программе дисциплины	13

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» (ТФКП) имеет целью сформировать у обучающихся профессиональную ОПК-1 компетенцию в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика».

Целью дисциплины является изучение основ теории функций комплексного переменного, в объеме, необходимом для применения в других физических курсах, например, в «Электродинамике» и «Квантовой теории».

При реализации цели предусматривается решение следующих задач:

Изучить:

- комплексные числа и виды функций комплексного переменного;
- аналитические функции и их свойства;
- ряды Тейлора и Лорана;
- основы теории вычетов;
- основы операционного исчисления.

Овладеть:

- техникой дифференцирования функций комплексного переменного;
- методами контурного интегрирования функций комплексного переменного;
- навыками использования конформных преобразований;
- техникой использования преобразования Лапласа, в частности при решении дифференциальных уравнений.

Областями профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- атомная промышленность (в сфере обеспечения жизненного цикла (исследование, проектирование и разработка современного уникального оборудования, производство, наладка, эксплуатация) оборудования ускорительных комплексов как медицинского назначения, так и используемых для проведения исследований в области физики высоких энергий, физических установок, в том числе, медицинского назначения для обеспечения эффективного и безопасного развития атомной отрасли);

- сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации, управления результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью производства современного оборудования, обеспечивающего совершенствование ядерно-энергетических технологий).

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» относится к основной части блока дисциплин, модуль «Математика» Б1.О.10.05

Дисциплина преподается в IV семестре II курса.

Приступая к изучению дисциплины «Теория функций комплексного переменного», студент имеет знания и навыки по дисциплинам: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения».

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
---	--	--

<p><i>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.</i></p>	<p>ОПК-1.1. Способность применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения научно-исследовательских задач.</p>	<p>Знать теорию изолированных особых точек аналитических функций.</p>
		<p>Знать теорию вычетов и различные способы вычисления вычетов аналитических функций.</p>
		<p>Знать технику работы с преобразованием Лапласа, уметь применять её для решения дифференциальных уравнений в области математической физики.</p>
	<p>ОПК-1.2. Применяет системы и методы теоретических оценок и расчетов для экспериментов на ускорителях, реакторах и других ядерно-физических установках.</p>	<p>Знать свойства гармонических функций и следствия для физических приложений.</p>
		<p>Знать физические приложения теории конформных отображений.</p>

4 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 академических часов.

5. Содержание дисциплины
очная форма обучения

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (академ. часы)	в том числе:						Самостоятельная работа обучающегося	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) ¹							
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	КРП*	...	Всего		
IV семестр									
1. Комплексное число и действия над комплексными числами.	4	2	2				5	1	
2. Функции комплексной переменной и операция дифференцирования.	4	2	2				5	1	
3. Интеграл по комплексной переменной.	6	3	3				7	1	
4. Интегралы, зависящие от параметра.	6	3	3				7	1	
5. Ряды аналитических функций.	8	4	4				9	1	
6. Аналитическое продолжение.	8	4	4				10	2	
7. Ряд Лорана.	8	4	4				9	1	
8. Теория вычетов и приложения.	12	6	6				14	2	
9. Конформные отображения.	4	2	2				5	1	
10. Введение в операционное исчисление.	8	4	4				10	2	
Промежуточная аттестация: - экзамен	27 ²	X							
Итого по дисциплине	95	34	34				108	13	

*КРП - часы контактной работы на курсовую работу (проект) по дисциплине. Часы относятся к внеаудиторной контактной работе, выполняются вне расписания учебных занятий по дисциплине. Указываются, если предусмотрены учебным планом.

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

² Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

Содержание дисциплины

Тема 1. Комплексное число и действия над комплексными числами.

Определение комплексного числа. Различные формы записи. Обобщение классических арифметических и алгебраических операций. Геометрическая интерпретация операций над комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Последовательности комплексных чисел. Обобщение теорем о пределах последовательностей.

Тема 2. Функции комплексной переменной и операция дифференцирования.

Свойства функции комплексной переменной: однозначность, обратимость, однолиственность, непрерывность, ограниченность. Примеры функций. Определение производной. Теорема о дифференцируемости и условия Коши-Римана. Геометрический смысл производной и конформность. Условия Коши-Римана в различных формах записи. Аналитические функции и их свойства.

Тема 3. Интеграл по комплексной переменной.

Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Определение интеграла по комплексной переменной и его свойства. Теорема Коши. Неопределенный интеграл. Комплексный логарифм. Формула Коши и ее следствия. Принцип максимума модуля аналитической функции.

Тема 4. Интегралы, зависящие от параметра.

Теорема Лиувилля. Аналитическая зависимость от параметра. Существование производных всех порядков у аналитической функции.

Тема 5. Ряды аналитических функций.

Числовые и функциональные ряды. Признак Вейерштрасса. Равномерная сходимость функциональных рядов, свойства. Степенные ряды и теорема Абеля. Радиус сходимости. Ряд Тейлора и единственность разложения аналитических функций. Единственность задания аналитической функции.

Тема 6. Аналитическое продолжение.

Продолжение с действительной оси. Элементарные функции, свойства. Риманова поверхность. Аналитическое продолжение через границу. Примеры построения продолжений. Продолжение степенными рядами. Правильные и особые точки аналитической функции. Полная аналитическая функция.

Тема 7. Ряд Лорана.

Область сходимости ряда Лорана. Разложение аналитических функций в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции. Обобщение на точку бесконечность.

Тема 8. Теория вычетов и приложения.

Вычет аналитической функции. Формула вычисления вычетов. Основная теорема теории вычетов. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов, примеры. Лемма Жордана. Логарифмический вычет. Подсчет числа нулей аналитической функции.

Тема 9. Конформные отображения.

Определение конформного отображения, примеры. Основные принципы. Теорема Римана. Дробно-линейная функция. Функция Жуковского. Отображение многоугольников.

Тема 10. Введение в операционное исчисление.

Преобразование Лапласа, свойства. Изображение элементарных функций. Свойства изображений (в том числе теоремы запаздывания и сдвига). Определение оригинала по изображению, формула Меллина. Разложение в ряды оригиналов и изображений. Решение линейных дифференциальных уравнений операционным методом.

6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

7 Фонды оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, примерные темы курсовых работ (проектов) и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

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

8 Ресурсное обеспечение

8.1. Перечень литературы

Основная учебная литература

1. Свешников, А.Г. Теория функций комплексной переменной: учебник для вузов. / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. – 6-е изд. стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.– 336 с.: ил.– (Курс высшей математики и математической физики).
Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544573> (дата обращения: 14.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Половинкин, Е. С. Теория функций комплексного переменного : учебник / Е.С. Половинкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 253 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1845987. - ISBN 978-5-16-017359-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845987> (дата обращения: 14.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
3. Карасев, И. П. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / И. П. Карасев. – Москва : Физматлит, 2008. – 215 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68139> (дата обращения: 14.04.2022). – ISBN 978-5-9221-0960-4. – Текст : электронный.
4. Волковыский, Л.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: для студентов вузов. / Л.И. Волковыский, Г.Л. Лунц, И.Г. Араманович. – 4-е изд. перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.– 312 с.

Дополнительная учебная литература

1. Малышева, Н. Б. Функции комплексного переменного: Учеб. для вузов./ Н. Б. Малышева, Э. Р. Розендорн ; Под ред. Э. Р. Розендорна. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 168 с. - ISBN 978-5-9221-0977-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544726> (дата обращения: 14.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Посицельская, Л. Н. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях : учебное пособие / Л. Н. Посицельская. – Москва : Физматлит, 2007. – 134 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69323> (дата обращения: 14.04.2022). – ISBN 978-5-9221-0794-5. – Текст : электронный.

• Периодические издания

1. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: естественные науки / Учредитель Московский государственный областной университет Гл. ред. П.Н. Хроменков. Журнал основан в 1998 году - Полные тексты статей на сайте <http://vestnik-mgou.ru/Series/NaturalScience>
2. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика / Учредитель Московский государственный областной университет Гл. ред. А.С. Бугаев. - Журнал основан в 1998 году - Полные тексты статей на сайте: <http://vestnik-mgou.ru/Series/PhysicsMathematics>
3. Успехи математических наук / Учредители Российская академия наук, Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук; гл. ред. Новиков С. П. - М.: Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук; Год основания 1936 г. Сайт журнала <http://www.mathnet.ru/umn>

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ) : <http://нэб.рф/>
5. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
6. БД российских научных журналов на Elibrary.ru (РУНЭБ): http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp?
7. БД периодических изданий «East View» : <http://dlib.eastview.com>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru <http://exponenta.ru/default.asp>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Для проведения практических занятий могут использоваться мультимедиа-материалы (презентации, слайды, учебные видеофильмы и т.д.), в связи, с чем требуется оборудование зала видеопроектором, компьютером или ноутбуком, а также аудиоаппаратурой. Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы OpenOffice и МАХИМА, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, МАХИМА свободная лицензия, код доступа не требуется).

В филиале «Протвино» государственного университета «Дубна» созданы условия для обучения людей с ограниченными возможностями: использование специальных образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающим обучающимся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания организации.

Имеется универсальное средство для подъема и перемещения инвалидных колясок – пандус-платформа складной.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с ДЦП, также здесь оборудованы рабочие места для лиц с ОВЗ: установлены специальный программно-технологический комплекс позволяющий работать на них студентам с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные, беспроводная клавиатура с большими кнопками, беспроводной компьютерный джостик с двумя выносными кнопками, беспроводной ресивер, беспроводная выносная большая кнопка, портативное устройство для чтения печатных материалов.

Специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, в том числе в формате печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) имеются в ЭБС, на которые подписан филиал.

Наличие на сайте справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме доступной для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, являющихся слепыми или слабовидящими.

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК) (оборудование в собственности).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
- обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.
- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

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

Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» программы бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция **ОПК-1** - Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

код и формулировка компетенции

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Компетенция ОПК-1 - Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ОПК-1.1. Применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения научно-исследовательских задач.	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо теоретические и методологические основы базовых и некоторых специальных разделов Теории функций комплексного переменного. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает теоретические и методологические основы базовых и некоторых специальных разделов Теории функций комплексного переменного, может предложить отдельные примеры их использования при решении задач профессиональной деятельности. Допускает достаточное серьезные ошибки.	Хорошо знает взаимосвязи теоретических и методологических основ Теории функций комплексного переменного, может предложить примеры их использования в разных областях физики. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание о взаимосвязи теоретических и методологических основ Теории функций комплексного переменного, может предложить способ их использования при решении конкретной физической задачи. Не допускает ошибок.
ОПК-1.2. Применяет системы и методы теоретических оценок и расчетов для экспериментов на ускорителях, реакторах и других ядерно-физических установок.	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо способы использования теоретических основ Теории функций комплексного	Удовлетворительно знает примеры использования теоретических представлений отдельных разделов Теории	Хорошо знает способы применения теоретических и математических моделей основанных на Теории функций	Демонстрирует свободное и уверенное знание способов применения теоретических и математических моделей

		переменного при решении конкретных физических и смежных задач. Допускает множественные грубые ошибки.	функций комплексного переменного для решения задач профессиональной деятельности. Допускает достаточно серьезные ошибки.	комплексного переменного при интерпретации результатов в отдельно взятой области физики и смежных дисциплинах, но допускает отдельные неточности. Допускает отдельные негрубые ошибки.	основанных на Теории функций комплексного переменного при планировании работ в профессиональной сфере деятельности и грамотной интерпретации полученных результатов. Не допускает ошибок.
--	--	---	--	--	---

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в IV семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение IV семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Аудиторные занятия (посещение)	17
2	Работа на практических занятиях	33
3	Сдача домашней контрольной работы (ПР-2.1)	10
4	Сдача домашней контрольной работы (ПР-2.2)	10
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок экзамена

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1 (ПР-2.1)	1-6	Домашняя контрольная работа «Алгебра комплексных чисел. Дифференциальное и интегральное исчисление, аналитичность.» (индивидуальное задание для каждого студента)	6
2 (ПР-2.2)	7-10	Домашняя контрольная работа «Ряды Лорана. Теория вычетов. Конформные отображения. Операционное исчисление.» (индивидуальное задание для каждого студента)	7

График выполнения самостоятельных работ студентами в IV семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1		ВЗ												ЗЗ			
ПР-2.2									ВЗ							ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение устных сообщений

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
IV	Практические занятия	Обсуждение и разбор конкретных задач повышенной сложности.	4
Всего:			4

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разнонозологической учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.

Список вопросов к экзамену

1. Формы представления комплексных чисел. Алгебраические операции над ними.
2. Геометрическая интерпретация алгебраических операций над комплексными числами.
3. Извлечение корня из комплексного числа.
4. Теорема о дифференцируемости (Коши-Римана).
5. Свойства функции комплексной переменной: однозначность, обратимость, однолиственность, непрерывность, ограниченность.
6. Геометрический смысл производной и конформность.
7. Условия Коши-Римана в различных формах записи.
8. Аналитические функции и их свойства.
9. Теорема Коши и ее следствия.
10. Вывод формулы Коши. Формула среднего значения.
11. Принцип максимума модуля аналитической функции.
12. Теорема Лиувилля. Существование производных всех порядков у аналитической функции.
13. Функциональные ряды. Признак Вейерштрасса. Равномерная сходимость функциональных рядов, свойства.
14. Степенные ряды и теорема Абеля. Радиус сходимости.
15. Ряд Тейлора и единственность разложения аналитических функций. Единственность задания аналитической функции.
16. Элементарные функции, свойства. Риманова поверхность.
17. Правильные и особые точки аналитической функции. Полная аналитическая функция.
18. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции.
19. Вычет аналитической функции. Формула вычисления вычетов. Основная теорема теории вычетов.
20. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов, примеры. Лемма Жордана.
21. Логарифмический вычет. Подсчет числа нулей аналитической функции.
22. Определение конформного отображения, примеры. Основные принципы. Теорема Римана.
23. Дробно-линейная функция. Функция Жуковского. Отображение многоугольников.
24. Преобразование Лапласа, свойства. Изображение элементарных функций.
25. Свойства изображений (в том числе теоремы запаздывания и смещения).
26. Определение оригинала по изображению, формула Меллина.

27. Разложение в ряды оригиналов и изображений.
28. Решение линейных дифференциальных уравнений операционным методом.

Содержание экзаменационного билета

1 вопрос – фундаментальная теория (знать + уметь)

2 вопрос – прикладная теория (уметь + владеть)

Практическая задача

Задания домашней контрольной работы (ПР-2.1)

Задание 1. По заданным z_1, z_2 выполнить:

- а) найти значение выражения;
- б) вычислить значение комплексного числа;
- в) записать число в тригонометрической и показательной форме;
- г) на комплексной плоскости изобразить множество точек, удовлетворяющих заданным соотношениям.

Задание 2. Найти вещественную и мнимые части данной функции. Найти значение функции в заданной точке.

Задание 3. Найти точки, в которых функция дифференцируема. Вычислить производную в заданной точке.

Задание 4. Восстановить аналитическую функцию по заданным условиям.

Задание 5. Вычислить значение функции в заданной точке.

Задание 6. Вычислить интеграл по кривой.

Задания домашней контрольной работы (ПР-2.2)

Задание 7. Разложить в ряд Лорана данную функцию в указанной области.

Задание 8. С помощью вычетов вычислить интегралы.

Задание 9. Решить линейное дифференциальное уравнение операционным методом.