

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 15 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Математика, специальные главы
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.03 Энергетическое машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Энергетическое машиностроение (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Освоение студентами основных методов математического аппарата, необходимого для изучения общетеоретических и специальных дисциплин; развитие логического и алгоритмического мышления; повышение общей математической культуры; формирование навыков формализации моделей реальных процессов; анализ систем, процессов и явлений при поиске оптимальных решений и выборе наилучших способов реализации этих решений; выработка умений и исследовательских навыков анализа прикладных задач.

Изучение теории функций комплексного переменного, операционного исчисления, векторного анализа и теории поля.

Формирование умений:

- использовать математический язык и математическую символику при решении практических задач;
- использовать математические методы и модели при решении профессиональных задач;
- проводить анализ функций;
- решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам;
- использовать аналитические и численные методы решения алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений;
- использовать математические методы и модели в технических приложениях;
- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные.

Формирование навыков:

- использования математического аппарата, необходимого для изучения других фундаментальных дисциплин, спецкурсов, а также для работы с современной научно-технической литературой;
- применения методов математического анализа при решении профессиональных задач;
- использования математических, статистических и количественных методов решения типовых профессиональных задач;
- использования операционного метода при решении прикладных задач;
- организации вычислительных экспериментов в области профессиональной деятельности;
- построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Математические объекты (вектора, комплексные числа, функции комплексного переменного, функции одной и нескольких переменных, функция-оригинал, функция-изображение, дифференциальные уравнения);
- Операции над объектами и характеристики объектов (предел, непрерывность, операции дифференцирования и интегрирования, экстремумы и т.д.);
- Основные математические методы исследования объектов;
- Математические модели типовых профессиональных задач;
- Способы формализации реальных физических явлений;
- Основные понятия и методы векторного анализа;
- Основные понятия и методы теории функций комплексного переменного;
- Основные понятия и методы операционного исчисления.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает основные понятия и методы теории поля, основные понятия и методы теории функции комплексного переменного, методы дифференцирования и интегрирования функций комплексного переменного, основные понятия и методы операционного исчисления.	Знает основные методы и способы изучения и анализа энергетических объектов, области их использования; основные математические, физические законы и закономерности применительно к энергетическим объектам и процессам.	Тест
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет вычислять основные характеристики скалярных и векторных полей, решать задачи из разделов теории функций комплексного переменного, применять преобразование Лапласа для решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.	Умеет исследовать, анализировать и моделировать реальные виды энергетических объектов; использовать для анализа знания математических, физических законов, закономерностей и их взаимосвязей.	Контрольная работа
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет методами решения задач из разделов теории поля, методами решения задач из разделов теории функций комплексного переменного, алгоритмами и навыками решения задач из разделов теории операционного исчисления.	Владеет способностью изучать и анализировать основные параметры при решении профессиональных задач; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических законах для изучения энергетических объектов.	Расчетно-графическая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Элементы теории поля	4	0	6	27
Тема 1. Скалярное поле. Характеристики скалярного поля. Производная по направлению и градиент скалярного поля. Поверхности и линии уровня скалярного поля. Тема 2. Векторное поле. Характеристики векторного поля. Векторные линии и их дифференциальные уравнения. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция векторного поля. Циркуляция векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Стокса.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теория функции комплексного переменного	10	0	15	26
Тема 3. Комплексные числа. Их изображение на плоскости. Действия над комплексными числами. Различные формы записи комплексного числа. Тема 4. Функции комплексного переменного. Предел, непрерывность, дифференцируемость, аналитичность. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Тема 5. Интегрирование функции комплексного переменного. Теорема Коши. Формула Ньютона-Лейбница. Интегральная формула Коши. Тема 6. Ряды в комплексной плоскости. Ряды Тейлора и Лорана. Тема 7. Вычеты. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению интегралов.				
. Операционное исчисление	2	0	6	10
Тема 8. Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Класс оригиналов, класс изображений. Приложения операционного исчисления. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Нахождение характеристик скалярного поля
2	Нахождение характеристик векторного поля. Поток и дивергенция векторного поля
3	Применение Теоремы Гаусса- Остроградского. Циркуляция и ротор векторного поля. Теорема Стокса
4	Выполнение действий с комплексными числами
5	Дифференцирование функции комплексного аргумента
6	Интегрирование функции комплексного аргумента
7	Разложение функции в ряды Тейлора и Лорана
8	Применение вычетов к вычислению интегралов
9	Применение преобразования Лапласа. Нахождение изображений и способы восстановления оригинала по изображению.
10	Применение операционного исчисления при решении дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Краснов М. Л. Операционное исчисление. Теория устойчивости : задачи и примеры с подробными решениями : учебное пособие для вузов / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. - Москва: Либроком, 2013.	80
2	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. - Москва: Либроком, URSS, 2010.	15
3	Шабунин М. И. Теория функций комплексного переменного : учебник для вузов / М. И. Шабунин, Ю. В. Сидоров. - М.: Лаб. Базовых Знаний, Юнимедиастайл, Физматлит, 2002.	27

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Лунц Г.Л. Функции комплексного переменного с элементами операционного исчисления / Г.Л.Лунц,Л.Э.Эльсгольц. - СПб: Лань, 2002.	31
2	Пантелеев А.В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / А.В. Пантелеев, А.С. Якимова. - М.: Высш. шк., 2007.	12
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Теория функций комплексного переменного : учебное пособие для втузов / Е. В. Костина [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	60

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Валеева Р. Ф. Функции комплексного переменного и операционное исчисление / Р. Ф. Валеева, Р. Х. Спицына. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2016.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4379	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Краснов М. Л. Функции комплексного переменного Операционное исчисление Теория устойчивости : задачи и упражнения / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. - Москва: Наука, Физматлит, 1981.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2333	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Пантелеев А.В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах	http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks68509	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Теория функций комплексного переменного : учебное пособие для втузов / Е. В. Костина [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3272	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Кетиков В. Н. Функции комплексного переменного и их приложения : учебное пособие / В. Н. Кетиков, А. М. Федосеев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6728	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска	1
Практическое занятие	Доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Математика, специальные главы»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	13.03.03 Энергетическое машиностроение
Направленность (профиль) образовательной программы:	13.03.03.05 Энергетическое машиностроение (общий профиль, СУОС)
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Ракетно- космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	Очная

Курс: 2

Семестр: 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 4 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математика, специальные главы», является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, теоретического опроса (тест), выполнении практических заданий, расчётно-графических и контрольных работ и дифференцированного зачёта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	ТО		КР	РГР	Дифференцированный зачёт
Усвоенные знания					
3.1 Основные понятия и методы теории поля	ТО1				ТВ
3.2 Знать Основные понятия и методы теории функции комплексного переменного, методы дифференцирования и интегрирования функций комплексного переменного	ТО2		КР		ТВ
3.3 Основные понятия и методы операционного исчисления	ТО3				ТВ
Освоенные умения					
У.1 Вычислять основные характеристики скалярных и векторных полей				РГР1	ПЗ
У.2 Решать задачи из разделов теории функций комплексного переменного			КР	РГР2	ПЗ
У.3 Применять преобразование Лапласа для решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений				РГР3	ПЗ

Приобретенные владения						
В.1 Методами решения задач из разделов теории поля				РГР1		ПЗ
В.2 Методами решения задач из разделов теории функции комплексного переменного			КР	РГР2		ПЗ
В.3 Алгоритмами и навыками решения задач из разделов теории операционного исчисления				РГР3		ПЗ

ТО – теоретический опрос (тест); РГР – расчетно- графическая работа; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта в четвертом семестре, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования

– программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или

выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.1.1. Теоретический опрос (тест)

Типовые вопросы теоретического опроса по теме «Теория поля» (ТО1):

1. Дать определение скалярного поля.
2. Дать определение векторного поля.
3. Дать определение производной по направлению, как характеристики скалярного поля.
4. Дать определение градиента, его геометрический смысл.
5. Дать определение потока векторного поля, его физический смысл.
6. Дать определение дивергенции векторного поля, ее физический смысл.
7. Дать определение ротора векторного поля, его физический смысл.
8. Дать определение потенциального поля. Привести способ вычисления потенциала поля.
9. Привести теорему Остроградского-Гаусса.
10. Привести теорему Стокса.

Типовые вопросы теоретического опроса по теме «Теория функций комплексного переменного» (ТО2):

1. Что называют комплексным числом.
2. Привести формы записи комплексного числа.
3. Привести действия над комплексными числами.
4. Дать определение функции комплексного переменного
5. Дать определение односвязной области.
6. Дать определение предела функции комплексного переменного.
7. Дать определение производной в точке функции комплексного переменного
8. Привести условия Коши- Римана.
9. Дать определение аналитической в данной точке функции комплексного переменного.
10. Привести геометрический смысл модуля и аргумента производной.

Типовые вопросы теоретического опроса по теме «Операционное исчисление» (ТО3):

1. Дать определение функции- оригинала
2. Дать определение функции- изображения.
3. Назвать основные свойства преобразования Лапласа
4. Привести свойство линейности.
5. Привести свойство подобия.
6. Привести свойство смещения.
7. Привести свойство дифференцирования оригинала.
8. Привести свойство дифференцирования изображения.
9. Привести операционный метод решения линейных дифференциальных уравнений.

10. Привести операционный метод решения систем линейных дифференциальных уравнений.

Результаты защиты по 4-х балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты расчетно-графических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1 Защита расчетно-графических работ

Всего запланировано 3 расчетно-графических работы. Типовые темы расчетно-графических работ приведены в РПД. Варианты расчетно-графических работ хранятся на кафедре.

Защита расчетно-графической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Типовой вариант РГР 1 «Теория поля»:

Задание 1. Найти производную скалярного поля $U(x, y, z)$ в точке $M(x_0; y_0; z_0)$ по направлению нормали к поверхности σ , образующей острый угол с положительным направлением оси Oz :

$$U(x, y, z) = x\sqrt{y} + y\sqrt{z},$$

$$\sigma: 2x^2 - y^2 + 4z = 0, \quad M(0; 2; 1).$$

Задание 2. Найти градиент скалярного поля $U(x, y, z)$ и построить поверхности уровня для заданных значений $U(x, y, z)$:

$$U(x, y, z) = \frac{12z}{x^2 + y^2}, \quad U = 0, \pm 1, \pm 3.$$

Задание 3. Найти векторные линии векторного поля $\vec{a} = \{P, Q, R\}$:

$$\vec{a} = 2y \cdot \vec{i} + 3x \cdot \vec{j}.$$

Задание 4. Найти поток векторного поля $\vec{a} = z^2 \cdot \vec{i} + y^2 \cdot \vec{j} - 4x \cdot z \cdot \vec{k}$ через

а) полную поверхность призмы, ограниченной плоскостями $x + y = 3$, $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$, $z = 3$;

б) верхнее основание этой призмы в положительном направлении оси Oz .

Задание 5. Найти поток векторного поля $\vec{a} = y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$ через плоскость $P: x + y + z = 1$, расположенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью Oz).

Задание 6. Вычислить поток векторного поля $\vec{a} = 3x \cdot \vec{i} - y \cdot \vec{j} - z \cdot \vec{k}$ через внешнюю сторону параболоида $x^2 + y^2 = 9 - z$, расположенного в первом октанте.

Задание 7. Найти работу силы $\vec{F} = (x^2 + 2y) \cdot \vec{i} + (y^2 + 2x) \cdot \vec{j}$, при перемещении материальной точки вдоль линии $L: MN$ от точки $M(-4, 0)$ до точки $N(0, 2)$.

Задание 8. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{a} = -x^2y^3 \cdot \vec{i} + 4\vec{j} + x \cdot \vec{k}$ вдоль

контура $L: \begin{cases} x = 2 \cos t, \\ y = 2 \sin t, \\ z = 4 \end{cases}$ в направлении, соответствующем возрастанию параметра t .

Задание 9. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{a} = y \cdot z \cdot \vec{i} + 2x \cdot z \cdot \vec{j} + x \cdot y \cdot \vec{k}$ по

контуру $\gamma: \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 25, \\ x^2 + y^2 = 9, \quad (z > 0), \end{cases}$ непосредственно и по формуле Стокса.

Задание 10. Показать потенциальность векторного поля

$\vec{a} = \frac{y \cdot z \cdot \vec{i} + x \cdot z \cdot \vec{j} + x \cdot y \cdot \vec{k}}{1 + x^2y^2z^2}$. Найти его потенциал.

Типовой вариант РГР 2 «Теория функций комплексного переменного»:

Задание 1. Построить область плоскости z , определяемую данными неравенствами.

а) $\begin{cases} |z + i| \geq 1, \\ |z| < 2. \end{cases}$;

б) $\left| z - \frac{1}{2} \right| < \left| 1 - \frac{\bar{z}}{2} \right|$.

Задание 2. Проверить, может ли функция $u = x^3 - 3xy + 1$ быть действительной частью некоторой аналитической функции $f(z)$, если да – восстановить ее, при условии $f(0) = 1$.

Задание 3. Найти область плоскости W , в которую отображается с помощью

функции $w = \frac{1}{z}$ область $D: \begin{cases} 0 \leq \operatorname{Re} z \leq 2 \\ \operatorname{Im} z \geq 0 \end{cases}$ плоскости Z .

Задание 4. Найти все лорановские разложения данной функции $f(z)$ по степеням

$z - z_0$. Указать главную и правильную части ряда.

а) $f(z) = \frac{z - 4}{z^4 + z^3 - 2z^2}$, $z_0 = 0$;

б) $f(z) = \frac{z + 1}{z(z - 1)}$, $z_0 = 2 - 3i$

Задание 5. Функцию $f(z) = \sin \frac{z}{z-1}$ разложить в ряд Лорана в окрестности точки $z_0 = 1$.

Задание 6. Для функции $f(z)$ найти изолированные особые точки, провести их классификацию, вычислить вычеты относительно найденных точек.

$$f(z) = \frac{z^2 - 1}{z^6 + 2z^5 + z^4};$$

Задание 7. Вычислить интеграл от функции комплексного переменного:

$$\int_L (z+1)e^z dz; L: \{|z|=1; \operatorname{Re} z \geq 0\}$$

Задание 8. Вычислить интегралы, используя теорему Коши о вычетах.

a) $\int_{|z|=1} z \operatorname{tg} \pi z dz;$

б) $\int_{|z-1-i|=2} \frac{z dz}{(z-2)^2(z^2+1)}.$

Задание 9. Вычислить интегралы с помощью вычетов.

1. $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x-1}{(x^2+4)^2} dx$

2. $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{(x-1)\sin x}{(x^2+9)^2} dx$

3. $\int_0^{2\pi} \frac{dx}{4 + \sqrt{15} \sin x}$

4. $\int_0^{2\pi} \frac{dx}{(\sqrt{5} + \cos x)^2}$

Типовой вариант РГР 3 «Операционное исчисление»:

1. Является ли оригиналом функция $f(t) = e^{-t^2} \cdot \chi(t)$

2. Найти изображения оригинала: $\frac{\sin t \cdot \sin 3t}{t} + 2sh4t - t^2$

3. Найти оригиналы, соответствующие изображению: $\frac{p}{(2p-1)(p^2-4)}$

4. Не вычисляя интегралы, найти изображение $\int_0^t \tau^2 \sin 2\tau d\tau$

5. Вычислить интеграл $\int_0^t (t-x)^2 \cos 2x dx$

6. Найти решение задачи Коши $x'' + 3x' = e^t; x(0) = 0; x'(0) = -1$

7. Решить систему уравнений $\begin{cases} x'' + y' - x = 4 - t^2 \\ x' - 2y + 2x = 2t^2 \end{cases} x(0) = -1; x'(0) = 0; y(0) = -1$

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 1 рубежная контрольная работа (КР) после освоения студентами учебного модуля дисциплины. КР по модулю 2 «Теория функций комплексного переменного»,

Типовые задания КР:

Задание 1.

а) Найти модуль и аргумент чисел $z_1 = 4 + 4i$ и $z_2 = 2 - 2i$. Изобразить числа на комплексной плоскости. Представить числа в тригонометрической и показательной форме.

б) Найти: $z_1 \cdot z_2^2$, $\frac{z_2}{z_1}$, $\sqrt[4]{z_1 - 1}$.

Задание 2. Вычислить значение функции $f(z)$ в точке z_0 , ответ представить в алгебраической форме комплексного числа:

а) $f(z) = \operatorname{Ln} z$, $z_0 = \frac{1+i}{1-i}$;

б) $f(z) = \operatorname{ch} z$, $z_0 = 1 - \frac{\pi}{3}i$.

Задание 3. Указать область дифференцируемости функции $f(z) = \operatorname{sh} \frac{z}{3}$ и вычислить производную. Выделить действительную и мнимую часть полученной производной.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Скалярное поле и его характеристики.
2. Теорема Стокса.
3. Определение комплексного числа.
4. Определение функции комплексного переменного.
5. Определение функции-изображения.
6. Определение функции-оригинала.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Найти работу силы $\vec{F} = x^2 y \cdot \vec{i} - y \cdot \vec{j}$, при перемещении материальной точки вдоль линии $L: MN$ от точки $M(-1,0)$ до точки $N(0,1)$.
2. Показать потенциальность векторного поля $\vec{a} = \frac{y+z}{x^2} \cdot \vec{i} - \frac{1}{x} \cdot \vec{j} - \frac{1}{x} \cdot \vec{k}$.
Найти его потенциал.
3. Вычислить значение функции $f(z) = e^z$ в точке $z_0 = -\frac{1}{2} - \frac{\pi}{2}i$.

4. Найти : $z_1^2 \cdot \bar{z}_2$, $\frac{\bar{z}_1}{z_2}$, $\sqrt[3]{z_1 + z_2}$, где $z_1 = 7 + i$ и $z_2 = 1 + 7i$.

5. Найти оригиналы, соответствующие изображению: $\frac{p}{(p^2 - 1)(p^2 + 3)}$.

6. Найти решение задачи Коши $x'' - 4x' + x = 1 - 2e^t$; $x(0) = 2$; $x'(0) = 1$.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Найти градиент скалярного поля $U(x, y, z)$ и построить поверхности уровня для заданных значений $U(x, y, z)$:

$$U(x, y, z) = \frac{x^2}{y^2 + z^2}, \quad U = 0, 1, 2$$

2. Найти производную скалярного поля $U(x, y, z)$ в точке $M(x_0; y_0; z_0)$ по направлению нормали к поверхности σ , образующей острый угол с положительным направлением оси Oz :

$$U(x, y, z) = 7 \ln(x^2 + 1/13) - 4x \cdot y \cdot z,$$

$$\sigma: 7x^2 - 4y^2 + 4z^2 = 7, \quad M(1; 1; 1).$$

3. Вычислить интеграл $\int_{AB} (z^2 + 7z + 1) dz$; AB – отрезок прямой $z_A = 1$; $z_B = 1 - i$

4. Для функции $f(z)$ найти изолированные особые точки, провести их классификацию, вычислить вычеты относительно найденных точек.

$$f(z) = \frac{\cos z}{z^3 - \frac{\pi}{2} z^2};$$

5. Найти решение задачи Коши $x'' + x = \cos t$; $x(0) = -1$; $x'(0) = 1$.

6. Решить систему уравнений $\begin{cases} x' + 2x - y = \sin t \\ y' - x = -1 \end{cases}$ $x(0) = 1$; $y(0) = 1$.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.