Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.11.2023 16:12:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____ / Демидов Д.Г. /
«27» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория функции комплексного переменного»

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Образовательная программа (профиль)
«Киберфизические системы»

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Теория функции комплексного переменного» следует отнести:

- воспитание у студентов общей математической культуры;
- приобретение студентами широкого круга математических знаний, умений и навыков;
- развитие способности студентов к индуктивному и дедуктивному мышлению наряду с развитием математической интуиции;
- умение студентами развивать навыки самостоятельного изучения учебной и научной литературы, содержащей математические сведения и результаты;
- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений использовать освоенные математические методы в профессиональной деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теория функции комплексного переменного» следует отнести:

- освоение студентами основных понятий, методов, формирующих общую математическую подготовку, необходимую для успешного решения прикладных задач;
- формирование у студента требуемого набора компетенций, соответствующих его направлению подготовки и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Теория функции комплексного переменного» относится к базовой части блока Б1. Ее изучение базируется на изучении дисциплины «Математический анализ» и обеспечивает изучение дисциплин:

- математический анализ;
- дифференциальные и интегральные уравнения;
- физика твердого тела;
- теория автоматического управления;
- основы электротехники и электроники;
- численные методы.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знать:** Основные научные подходы к определению, интерпретации и ранжированию информации, требуемой для решения задач аналитической геометрии и векторной алгебры; **Уметь:** Выделять, критически оценивать и систематизировать научную информацию, избегая автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; **Владеть:** Методикой работы с деловой информацией и способами применения современных, наиболее эффективных технологий.
ОПК-1	Способен применять естественно-научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	**Знать:** Основы высшей математики, информатики и программирования; **Уметь:** Решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. **Владеть:** Способностью применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

№	Вид учебной работы	Количество	Семестры

п/п		часов	4 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**72**	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72
	В том числе:		
2.1	Выполнение домашних заданий	36	36
2.1	Выполнение расчетно-графических работ	36	36
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен	+	+
	Итого:	**144**	144

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них **72** часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Теория функции комплексного переменного» изучаются на втором курсе в четвертом семестре.

Лекции – **2** часа в неделю (**36** часов), практические занятия – **2** часа в неделю (**36** часов), форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Теория функций комплексного переменного» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Четвертый семестр

Раздел. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление

Тема 1. Понятие комплексного числа. Понятие комплексной плоскости. Модуль и аргумент комплексного числа. Три формы записи комплексного числа. Действия над комплексными числами.

Тема 2. Функция комплексного переменного. Представление функции комплексного переменного как отображения плоских множеств. Основные элементарные функции комплексного переменного, отличительные свойства на комплексной плоскости.

Тема 3. Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Дифференцируемость. Условия Коши - Римана. Связь аналитических функций с гармоническими.

Тема 4. Интеграл от функции комплексного переменного. Зависимость от пути интегрирования. Интегралы от аналитических функций. Теоремы Коши для односвязной области и для сложного контура. Интегральная формула Коши. Интегральное представление производной от аналитической функции.

Тема 5. Функциональные ряды, степенные ряды для функции комплексного переменного. Теорема Абеля. Ряды Тейлора и Лорана. Область

сходимости рядов в комплексной плоскости. Нули и особые точки аналитической функции, их классификация.

Тема 6. Теория вычетов, основная теорема о вычетах. Вычисление вычетов относительно особых точек. Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов.

Тема 7. Операционное исчисление. Определение преобразования Лапласа. Понятие оригинала и изображения. Свойства преобразования Лапласа. Таблица изображений элементарных функций.

Обратное преобразование Лапласа. Формула Меллина. Разложение рациональной дроби на простейшие. Операционный метод решения дифференциальных уравнений.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Теория функции комплексного переменного» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривают использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

- привлечение лучших студентов к консультированию отстающих.

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

итоговый контроль состоит в устном экзамене по математике с учетом результатов выполнения самостоятельных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теория функций комплексного переменного» и в целом по дисциплине составляет 50 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33 % от объема аудиторных занятий.

Проведение занятий в 2020 – 2021 уч. году возможно также в lms.mospolytech.ru на основе разработанного кафедрой «Математика» электронного образовательного ресурса (ЭОР) по теории функций комплексной переменной. Разработанный ЭОР включает тренировочные и итоговые тесты.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения на первом и втором курсах используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

<u>В четвертом семестре</u>

- одна расчетно-графическая работа по теории функций комплексной переменной
и операционному исчислению.

Краткое содержание расчетно-графической работы:
Действия над комплексными числами, элементарные функции комплексной переменной, построение отображений плоских множеств, вычисление контурных интегралов, решение дифференциальных уравнений операционным методом.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, прием РГР.

Образцы тестовых заданий, заданий РГР, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов приведены в Приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория функций комплексного переменного»

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**Знать:** Основные научные подходы к определению, интерпретации и ранжированию информации, требуемой для решения задач аналитической геометрии и векторной алгебры; **Уметь:** Выделять, критически оценивать и

		систематизировать научную информацию, избегая автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; **Владеть:** Методикой работы с деловой информацией и способами применения современных, наиболее эффективных технологий.
ОПК-1	Способен применять естественно-научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	**Знать:** Основы высшей математики, информатики и программирования; **Уметь:** Решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования; **Владеть:** Способностью применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

УК-1.1 Знать: основные научные подходы к определению, интерпретации и ранжированию информации, требуемой для решения поставленной задачи.	Фрагментарные знания особенностей предоставления результатов научной деятельности в устной и письменной форме	Неполные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме, при работе в российских и международных коллективах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах	Сформированные и систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
УК-1.2 Уметь: Следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	Фрагментарное следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно образовательных задач	В целом успешное, но не систематическое следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно образовательных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно образовательных задач	Успешное и систематическое следование нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач
УК-1.3 Владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-1.1. Знать: Основы высшей математики, информатики и программирования	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний контролируемых разделов математики: не способен аргументированно и последовательно излагать материал, неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний программе: допускаются ошибки, проявляется недостаточное, поверхностное знание теории, сути методов. Для получения правильного ответа требуются уточняющие вопросы.	Обучающийся демонстрирует достаточно глубокие знания контролируемых разделов дисциплины, отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности или дает недостаточно полные ответы	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний программе дисциплины, логично и аргументированно отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные, показывает высокий уровень теоретической подготовки

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и её описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

	При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе знаний и умений на новые, нестандартные задачи.
Хорошо	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности, задачи решает с недочетами, не влияющими на общий ход решения.
Удовлетворительно	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. Но показывает неглубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, в решении задач могут содержаться грубые ошибки. Для получения правильного ответа требуются уточняющие вопросы.
Неудовлетворительно	Не выполнены **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коган Е.А., Жукова Г.С. Теория функций комплексной переменной: учебное пособие. М.: Московский Политех, 2019. 180 с.
2. Зубков В.Г., Ляховский В.А., Мартыненко А.И., Миносцев В.Б., Пушкарь Е.А. Курс математики для технических высших учебных заведений. М.: МГИУ, 2012.

б) дополнительная литература:

1. Араманович И.Г., Лунц Г.Л., Эльсгольц Л.Э. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. М.: Изд-во “Наука”, Глав. ред. физ.-матем. лит-ры, 1968. 416 с.
2. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. Учебное пособие для втузов. Задачи и упражнения. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Изд-во “Наука”, Глав. ред. физ.-матем. лит-ры, 1981. 304 с.
3. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного М.: Изд-во “Наука”, Глав. ред. физ.-матем. лит-ры, 1973. 736 с.
4. Дёч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и *Z* – преобразования. М.: Изд-во “Наука”, Глав. ред. физ.-матем. лит-ры, 1971. 288 с.
5. Миносцев В.Б., Мартыненко А.И., Ляховский В.А., Зубков В.Г. Курс высшей математики: Учебное пособие. Часть 1.М.: МГИУ, 2007; Часть 2.М.: МГИУ, 2007. Часть 3. М.: МГИУ, 2011.
6. Коган Е.А., Жукова Г.С. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление: учебное пособие / М.: ИНФРА-М. 2020. 180 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе: «Центр математического образования» (*http://mospolytech.ru/index.php?id=4486*);

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: *http://i-exam.ru*, *http:// fepo.ru*.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://exponenta.ru,
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/info/mathwebs.htm.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

№ п/п	Электронный ресурс	№ договора. Срок действия доступа	Названия коллекций
1	ЭБС «Издательства Лань»	Договор № 73-	Инженерно-технические науки

	- договор № 73-МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017. (e.lanbook.com)	МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017.	– Издательство **«Машиностроение»;** Инженерно-технические науки – Издательство **МГТУ им. Н.Э. Баумана**; Инженерно-технические науки – Издательство **«Физматлит»**; Экономика и менеджмент – Издательство **«Флинта»** и **38** книг из других разделов ЭБС (см. сайт университета раздел библиотека)
2	ЭБС «КнигаФонд» (knigafund.ru)	На оформлении	Коллекция из 172405 изданий
3	Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru)	Свободный доступ	1134165 научных статей
4	ЭБС «Polpred» (polpred.com)	Постоянный доступ	Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет)
5	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Постоянный доступ	3800 наименований журналов в открытом доступе
6	Доступ к электронным ресурсам издательства SpringerNature	Письмо в ФГБОУ «Российский Фонд Фундаментальных Исследований» от 03.10.2016 № 11-01-17/1123 с приложением С 01.01.2017 - бессрочно	SpringerJournals; SpringerProtocols; SpringerMaterials; SpringerReference; zbMATH; Nature Journals
7	Справочная поисковая система «Техэксперт»	Без договора	Нормы, правила, стандарты и законодательство по техническому регулированию

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально – техническая база университета обеспечивает проведение всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Кафедра «Математика» не располагает собственным аудиторным фондом и использует учебные аудитории из общего фонда университета.

При необходимости для проведения интерактивных практических занятий используются компьютерные классы университета.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Раздел: теория функций комплексной переменной и операционное исчисление

В этом разделе, прежде всего, надо понять, что комплексное число явилось расширением понятия действительных чисел, знать определение и три формы записи комплексного числа, геометрическую интерпретацию комплексного числа и взаимно-однозначное соответствие между множеством комплексных чисел и множеством точек комплексной плоскости Комплексные числа можно изображать с помощью векторов на комплексной плоскости. Поэтому операции сложения и вычитания комплексных чисел могут быть сведены к операциям сложения и вычитания соответствующих векторов.

Надо знать и уметь выполнять операции умножения, деления, возведения в положительную степень комплексных чисел, записанных в тригонометрической форме, извлечения корня n-ой степени из комплексного числа.

Обратить внимание на то, что множество комплексных чисел является замкнутым, то есть любая алгебраическая операция над комплексными числами не выводит за пределы области комплексных чисел.

Важно осмыслить понятие функции комплексной переменной как отображения плоских множеств (множества значений комплексного аргумента на множество значений функции). Эта геометрическая трактовка в значительно мере определяет эффективность методов теории функций комплексной переменной, так как оказывается, что во многих случаях при решении задач для областей сложной формы (например, профиль крыла самолета, отверстие некруговой формы и т.п.) можно отобразить заданную область сложного очертания на область простой формы (например, на единичный круг), для которой соответствующая задача или уже решена, или решение находится достаточно просто.

Надо усвоить, что не всякая функция комплексной переменной является дифференцируемой, но если для нее выполняются необходимое и достаточное условия дифференцируемости (условия Коши – Римана), то она обладает рядом замечательных свойств.

Например, величина интеграла от аналитической функции не зависит от формы пути интегрирования, а определяется лишь его начальной и конечной точками, интеграл по замкнутому контуру от аналитической функции равен нулю.

Надо знать центральную формулу теории аналитических функций – интегральную формулу Коши (она позволяет находить значения аналитической функции в любой внутренней точке двумерной области по её значениям на границе *C*. Тем самым, по существу, понижается размерность решаемой задачи) и уметь применять её и основную теорему о вычетах к вычислению контурных интегралов.

При изучении операционного исчисления надо понять его основную идею: переход от действий над функциями действительной переменной - оригиналов к более простым действиям над изображениями этих функций.

Надо знать свойства преобразования Лапласа, а для выполнения обратного преобразования Лапласа освоить процедуру разложения рациональных дробей на простейшие.

Отметим в заключение, что успешное изучение дисциплины, приобретение необходимых компетенций, умений и навыков владения математическим аппаратом требует от студентов большой самостоятельной работы. Обратите внимание, что количество часов, отводимых на самостоятельную работу в соответствии с учебным планом, больше часов, отводимых на все виды аудиторных занятий.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Прежде всего, следует обратить внимание студентов на то, что практически весь изучаемый ими материал является для них новым, не изучавшимся в программе средней школы. Однако он не требует какой-либо специальной (дополнительной) подготовки и вполне может быть успешно изучен, если студенты будут посещать занятия, своевременно выполнять домашние задания и пользоваться (при необходимости) системой плановых консультаций в течение каждого семестра. Вошедшие в курс теории функций комплексного переменного темы являются классическими, в то же время они практически ориентированы, так как имеют широкое распространение для решения разного рода задач внутри самой математики и прикладных задач. Их освоение поможет студентам логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, успешно применять накопленные знания в профессиональной деятельности.

Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу, а в конце семестра дать список вопросов для подготовки к экзамену.

На первом занятии по дисциплине следует обязательно проинформировать студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках ёе проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

Соображения и рекомендации, приведенные в п. 9 рабочей программы для студентов, должны быть четко сформулированы и изложены именно преподавателем на лекциях, практических занятиях и консультациях.

Изложение теоретического материала должно сопровождаться иллюстративными примерами, тщательно отобранными преподавателем так, чтобы технические трудности и выкладки при решении задачи не отвлекали от главного: осмысления идеи и сути применяемых методов. Следует всегда указывать примеры практического применения рассмотренных на занятиях уравнений и формул.

Практические занятия должны быть организованы преподавателем таким образом, чтобы оставалось время на периодическое выполнение студентами небольшой самостоятельной работы в аудитории для проверки усвоения изложенного материала.

Преподаватель, ведущий практические занятия, должен согласовывать учебно – тематический план занятий с лектором, использовать единую систему обозначений.

Преподавателю следует добиваться систематической непрерывной работы студентов в течение семестра, необходимо выявлять сильных студентов и привлекать их к научной работе, к участию в разного рода олимпиадах и конкурсах.

Студент должен ощущать заинтересованность преподавателя в достижении конечного результата: в приобретении обучающимися прочных знаний, умений и владения накопленной информацией для решения задач в профессиональной деятельности.

Приложение

Структура и содержание дисциплины «Теория функций комплексного переменного»

Направление подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Образовательная программа (профиль)

«Киберфизические системы»

(Бакалавр)

Очная форма обучения

n/n	Раздел	Семестр	Неделя Семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы Студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
Четвертый семестр															
4.1	**Введение.** Понятие комплексного числа. Понятие комплексной плоскости. Три формы записи комплексного числа. Действия над комплексными числами	4	1	2	2		4								

4.2	Функция комплексного переменного. Представление функции комплексного переменного как отображения плоских множеств. **Выдача заданий РГР *по функциям комплексной переменной.***	4	2	2	2		4				+				
4.3	Основные элементарные функции комплексного переменного, отличительные свойства на комплексной плоскости	4	3	2	2		4								
4.4	Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Дифференцируемость. Условия Коши - Римана. понятие аналитической функции	4	4	2	2		4								
4.5	Связь аналитических функций с гармоническими. Геометрический смысл производной. Понятие о конформных отображениях.	4	5	2	2		4								
4.6	Интеграл от функции комплексного переменного. Зависимость от пути интегрирования. Интегралы от аналитических функций. Теоремы Коши для односвязной области и для сложного контура.	4	6	2	2		4								

4.7	Интегралы от аналитических функций. Теоремы Коши для односвязной области и для сложного контура.	4	7	2	2		4								
4.8	Интегральная формула Коши. Интегральное представление производной от аналитической функции.	4	8	2	2		4								
4.9	Вычисление контурных интегралов от аналитических функций с помощью интегральной формулы Коши	4	9	2	2		4								
4.10	Функциональные ряды, степенные ряды для функции комплексного переменного. Теорема Абеля. Ряд Тейлора.	4	10	2	2		4								
4.11	Разложение основных элементарных функций комплексного переменного в ряд Тейлора в круговой области	4	11	2	2		4								
4.12	Ряд Лорана. Область сходимости рядов в комплексной плоскости. Нули и особые точки аналитической функции, их классификация.	4	12	2	2		4								
4.13	Теория вычетов, основная теорема о вычетах. Вычисление вычетов относительно особых точек.	4	13	2	2		4								
4.14	Приложение теории вычетов к вычислению контурных интегралов от функций комплексного переменного **Самостоятельная работа № 1 на семинаре**	4	14	2	2		4						+		
4.15	Операционное исчисление.	4	15	2	2		4								

	Определение преобразования Лапласа. Понятие оригинала и изображения. Свойства преобразования Лапласа. Таблица изображений элементарных функций.														
4.16	Обратное преобразование Лапласа. Формула Меллина. Разложение рациональной дроби на простейшие	4	16	2	2		4								
4.17	Операционный метод решения дифференциальных уравнений. **Самостоятельная работа № 2 на семинаре**	4	17	2	2		4						+		
4.18	Обзорная лекция	4	18	2											
	Обзорное практическое занятие	4	18		2		4								
	Форма аттестации		**19-21**											**Э**	
	Всего часов по дисциплине в четвертом семестре			**36**	**36**		**72**				**1 РГР**		**2 сам раб**		

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки
09.03.01 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»
Образовательная программа (профиль)
«Киберфизические системы»

Форма обучения: очная

Кафедра «Математика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Теория функций комплексного переменного»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
- Экзаменационные билеты
- Комплекты заданий для контрольных работ
- Комплект вопросов
- Комплект заданий для выполнения расчетно-графических работ

Составители:
доц., к.ф.-м.н. Е.А.Коган

Москва, 2020 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Дифференциальные и интегральные уравнения»					
ФГОС ВО 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» Образовательная программа (профиль) **«Киберфизические системы»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общепрофессиональные и профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	● **УК-1.1. Знать:** Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме ● **УК-1.2. Уметь:** Частично освоенное умение осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО РГР КР Т ЭБ	**Базовый уровень** -понимает основные тезисы исследовательских методов и методик, может предоставить полученные знания в российских и международных коллективах; **Повышенный уровень** -свободно владеет изученными тезисами, уверенно представляет полученные знания в российских и международных коллективах;

ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	● **ОПК-1.1. Знать:** Основы высшей математики, информатики и программирования; ● **ОПК-1.2. Уметь:** Решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ● **ОПК-1.3.** Владеет методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО РГР КР Т ЭБ	**Базовый уровень** **-в**ладеет теорией и методами решения различных типов дифференциальных и интегральных уравнений в рамках дисциплины; **Повышенный уровень** -свободно владеет теорией и методами решения различных типов дифференциальных и интегральных уравнений, применяет их к решению задач повышенной сложности

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Теория функций комплексного переменного»

Таблица 1

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная (самостоятельная) работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
3	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
Промежуточная аттестация (ПА)		Зачет (З)	1) устно (У) 2) письменно (П)

Оформление и описание оценочных средств

1. Экзаменационные билеты

1.1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине " Теория функций комплексного переменного ".
1.2. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 45 мин.
- Способ контроля: устные ответы.
1.3. Шкала оценивания:
"Отлично"- если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.
"Хорошо"- если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.
"Удовлетворительно" - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,

нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

"Неудовлетворительно" - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

1.4. Комплекты экзаменационных билетов включает по каждому разделу 25-30 билетов (хранятся в центре математического образования).

Типовые варианты билетов прилагаются.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет базовых компетенций, центр математического образования
Дисциплина «Теория функций комплексного переменного»
Курс 2, семестр 4

БИЛЕТ № 1

1. Комплексные числа. Определение, формы записи и действия над ними.
2. Решить уравнение $cosz - \frac{e^{-iz}}{2} + 1 - i = 0.$
3. Вычислить $\oint_{|z|=3} \frac{cosz}{z^2-z-2} dz$ с помощью интегральной формулы Коши и основной теоремы о вычетах.

Утверждено на заседании кафедры «Математика» « 14 » августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой С.Н. Андреев /_____/

БИЛЕТ № 17

1. Понятие вычета функции. Основная теорема о вычетах.
2. Связь между показательными и тригонометрическими функциями комплексной переменной.
4. Решить операционным методом задачу Коши $y' - 4y = sin2t,\ y(0) = 0.$

Утверждено на заседании кафедры «Математика» « 14 » августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой С.Н. Андреев /_____/

Комплект тестовых заданий и контрольных работ (КР, Т)

по дисциплине Теория функций комплексного переменного
(наименование дисциплины)

ЗАДАНИЕ 1
Установите соответствие между комплексным числом и его модулем.

1	$1-i$		$2\sqrt{2}$
2	$2+2i$		$\sqrt{2}$
3	$-3+4i$		2
4	$\sqrt{3}-2i$		5
5			$\sqrt{7}$

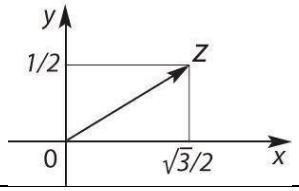
ЗАДАНИЕ 2

Действительная часть комплексного числа $(3-2i)^2$ равна

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $\sqrt{13}$ 2) 5 3) 13 4) 9.

ЗАДАНИЕ 3

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

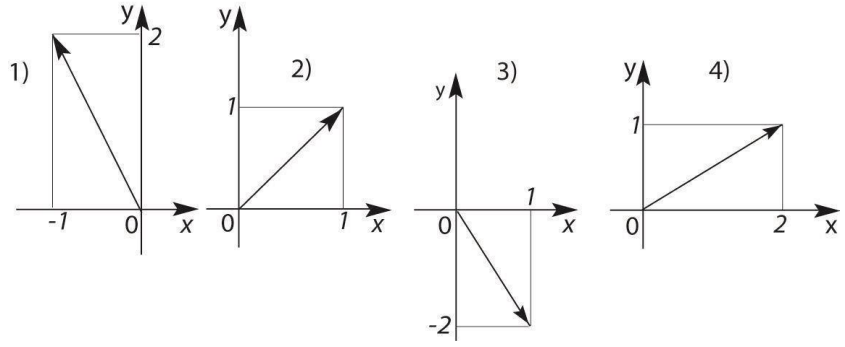


Ответ	

ЗАДАНИЕ 4

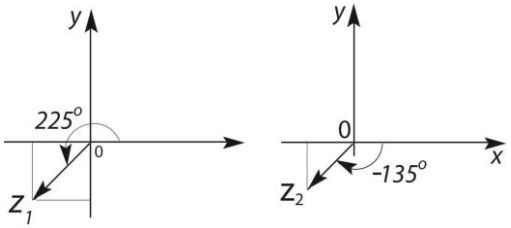
Вектор, соответствующий сумме комплексных чисел $z_1=-1+i$ и $z_2=2-3i$, изображен на рисунке

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) 2) 3) 4).



ЗАДАНИЕ 5

Даны 2 комплексных числа z_1 и z_2.

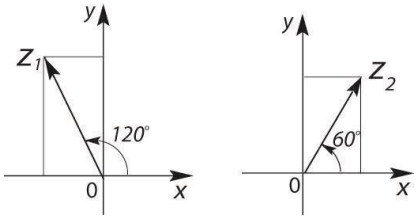


Тогда аргумент произведения $arg(z_1z_2)$ (в градусах) равен

Ответ	

ЗАДАНИЕ 6

Даны 2 комплексных числа z_1 и z_2.



Тогда аргумент отношения $arg(\frac{z_1}{z_2})$ (в градусах) равен

Ответ	

ЗАДАНИЕ 7

Найти модуль комплексного числа z, если $Imz = 3$, а $argz = arcsin(\frac{3}{5})$.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 8

Дано комплексное число $z = 2 + \sqrt{5}\,i$. Установите соответствие между операциями над данным числом и результатами их выполнения.

1	$z\bar{z}$		$2\sqrt{5}i$
2	$\frac{\bar{z}}{\lvert z\rvert}$		4
3	$z + \bar{z}$		9
4	$z - \bar{z}$		$\frac{2}{3} - \frac{\sqrt{5}}{3}i$

ЗАДАНИЕ 9

Найти значения корня $\sqrt[3]{-1}$. Показать их на комплексной плоскости.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 10

Заданию каких двух действительных функций действительной переменной эквивалентно задание комплексной функции комплексной переменной $f(z) = e^{-2z^2}$?

Ответ	

ЗАДАНИЕ 11

Пусть $z = \frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}$. Вычислить $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^{80}$.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) -1 2) 1 3) 2^{40} 4) -2^{40}.

ЗАДАНИЕ 12

Укажите значение комплексного логарифма Lnz при $z = -\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 13

Дана функция комплексной переменной: $f(z) = z^{-2}$. Проверить, применяя условия Коши – Римана, является ли она аналитической.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 14

Укажите первые четыре члена разложения функции комплексной переменной $w = \frac{1}{1-\frac{z}{2}}$ в ряд Тейлора по степеням z.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 15

Вычислить интеграл $\oint_{|z|=4} \frac{zdz}{z^2+9}$.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 16

Определите радиус сходимости ряда $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{(1+i)^{n+1}}$.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 17

Найти сумму вычетов функции комплексной переменной $f(z) = \frac{z+1}{(z-2)(z-3)}$ относительно её особых точек.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) -7 2) -1 3) 1 4) 0.

ЗАДАНИЕ 18

Решить операционным методом задачу Коши для дифференциального уравнения: $y' - 4y = e^{-t}, y(0) = 0.$

Указание: Оригиналу $f(t) = e^{-t}$ соответствует изображение $F(p) = \frac{1}{p+1}$.

Ответ	

Оценка «отлично» выставляется студенту за 90 – 100% правильных ответов,
оценка «хорошо» - за не менее 75% правильных ответов;
оценка «удовлетворительно» - за не менее 50-60% правильных ответов;
оценка «неудовлетворительно» - за менее 50 % правильных ответов.

Комплект вопросов (УО)

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ И ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

1. Комплексные числа. Определение, формы записи и действия над ними.
2. Определение функции комплексной переменной. Понятие функции комплексной переменной как отображения.
3. Определение и свойства основных элементарных функций комплексной переменной.
4. Логарифмическая функция комплексной переменной.
5. Непрерывность и дифференцируемость функции комплексной переменной. Условия Коши – Римана. Понятие аналитической функции.
6. Определение и свойства интегралов от функций комплексной переменной.
7. Теорема Коши для односвязной области.
8. Теорема Коши для сложного контура.
9. Интегральная формула Коши. Вычисление контурных интегралов с помощью интегральной формулы Коши.
10. Интегральное представление производной от аналитической функции.
11. Степенные ряды в комплексной области. Теорема Абеля. Область сходимости степенного ряда в комплексной области.
12. Теорема о разложении функции комплексной переменной в ряд Тейлора. Различные формы записи ряда Тейлора. Область и радиус сходимости ряда Тейлора.
13. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора.
14. Ряд Лорана. Область сходимости ряда Лорана.
15. Классификация особых точек аналитической функции.
16. Понятие вычета функции относительно особой точки. Основная теорема о вычетах. Формулы для вычисления вычетов функции комплексной переменной относительно простого полюса, полюса n –го порядка.
17. Вычисление контурных интегралов от функции комплексной переменной с помощью вычетов.
18. Определение преобразования Лапласа, понятия оригинала и изображения.
19. Свойства преобразования Лапласа. Теоремы линейности изображения и подобия.
20. Свойства преобразования Лапласа. Теоремы смещения изображения и запаздывания.
21. Свойства преобразования Лапласа. Теоремы дифференцирования оригинала и дифференцирования изображения.
22. Свойства преобразования Лапласа. Теорема интегрирования оригинала.

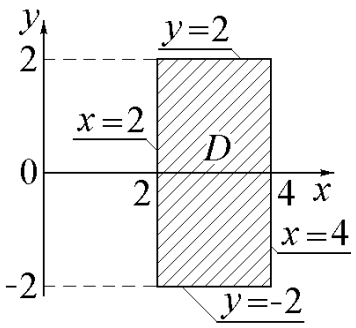
23. Обратное преобразование Лапласа. Теорема обращения.
24. Обратное преобразование Лапласа. Способы нахождения оригинала.
25. Операционный метод решения линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Комплект заданий для выполнения расчетно-графических работ (РГР)

по дисциплине Теория функций комплексного переменного
(наименование дисциплины)

Вариант № 30

1. Записать комплексное число $a = -3i$ в тригонометрической и показательной формах и показать его положение на комплексной плоскости $x0y$ с указанием модуля и аргумента.
2. Выполнить указанные действия с двумя комплексными числами $a = -3i$ и $b = -1 - i$: $a + b$, $a - b$, $a \cdot b$, a/b, a^4, $\sqrt[3]{a}$.
3. Вычислить функцию $w = 2 - 3shz^2$ при $z = -1 - i$ и показать числа z и w на комплексных плоскостях $x0y$ и $u0v$.
4. Построить отображение области D на плоскости $x0y$ на плоскость $u0v$ с помощью функции комплексной переменной $w = e^z$.
5. Вычислить предел
$$\lim_{z\to 1} \frac{ln(z-1)}{sh\pi iz}.$$
6. Найти все нули и особые точки функции комплексной переменной и указать их тип
$$w = \frac{1-chz}{z^2-3z+2}.$$



7. Проверить функцию комплексной переменной $w = cos2z + 3shz$ на аналитичность и найти её производную.
8. Вычислить определённый интеграл функции комплексной переменной
$$\int_1^{2+i} ze^z dz.$$
9. Вычислить интеграл функции комплексной переменной по замкнутому контуру C, применяя интегральную формулу Коши и теорему Коши о вычетах
$$\oint_C \frac{z-1}{(z-i)(z+1)} dz, C: |z| = 2.$$
10. Найти изображение $F(p)$ по Лапласу функции действительной переменной $f(t) = 2e^{-2t}\text{ch}t + e^t\text{sin}t$.
11. Найти оригинал $f(t)$ по его изображению по Лапласу
$$F(p) = \frac{1}{p^4+1}.$$
12. С помощью преобразования Лапласа решить задачу Коши для линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами $y'' - 9y = sh3t, y(0) = 0, y'(0) = 0\ (t \geq 0)$.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он регулярно в течение семестра представлял решения задач, выполнил полностью все задания и их защитил, ответив на вопросы преподавателя;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он нерегулярно в течение семестра представлял решения задач, выполнил задания не полностью или вообще не представлял

работы на проверку, допускает существенные неточности в ответах на вопросы преподавателя.