Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
А. Г. Коротаев

Оценочные материалы по дисциплине

Методы математической физики

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:
Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
М.Л. Громов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Обладает базовыми знаниями в области математики и физики, необходимыми для освоения специальных дисциплин.

ИОПК 1.2 Обладает базовыми знаниями в области радиофизики, необходимыми для профессиональной деятельности.

ИОПК 1.3 Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.

ИУК 1.1 Осуществляет поиск информации, необходимой для решения задачи.

ИУК 1.2 Проводит критический анализ различных источников информации (эмпирической, теоретической).

ИУК 1.3 Выявляет соотношение части и целого, их взаимосвязь, а также взаимоподчинённость элементов системы в ходе решения поставленной задачи.

ИУК 1.4 Синтезирует новое содержание и рефлексивно интерпретирует результаты анализа.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:
– индивидуальное задание;
– контрольная работа.

2.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

2.1.1. Контрольные вопросы по дисциплине (ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИУК 1.1, ИУК 1.2)

Третий семестр

1. Записать формулы для нахождения модуля и аргумента комплексного числа, заданного в алгебраической форме $z = x + \mathrm{i}\, y$.
2. Понятие аналитической функции. Условия Коши–Римана.
3. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции.
4. Основные свойства аналитической функции.
5. Какое отображение называется конформным?
6. Свойства дробно-линейной функции.
7. Интегральная теорема Коши.
8. Выделение однозначной ветви многозначной функции.
9. Интеграл Коши для аналитической функции $f(z)$ и для её производных.
10. Интеграл в смысле главного значения по Коши.
11. Классификация особых точек функции: полюс, существенно особая, ветвления.
12. Определение вычета. Способы вычисления вычета в особых точках различного типа.
13. Теорема о вычетах.
14. Ряды Тейлора и Лорана.

15. Лемма Жордана и её применение при вычислении несобственных интегралов.
16. Характеристика точки ветвления многозначной функции.
17. Основные идеи метода перевала.
18. Теорема об аналитической функции, определяемой интегралом, зависящим от параметра.
19. Тригонометрический ряд Фурье. Ряд Фурье в экспоненциальной форме.
20. Преобразование Фурье. Условия применимости.
21. Преобразование Лапласа. Условия применимости.
22. Основные свойства преобразования Лапласа.
23. Понятие свёртки двух функций. Изображение свёртки двух функций. Изображение произведения двух функций.
24. Гамма-функция. Определение и свойства.
25. Уравнение Бесселя и свойства его частных решений.
26. Уравнение Лежандра. Условие ортогональности для полиномов Лежандра
27. Ряд Фурье в экспоненциальной форме.
28. Сформулировать интегральную теорему Фурье и пояснить суть условий Дирихле.
29. Свойства дельта-функции.
30. Записать общее решение уравнения Бесселя и пояснить характер поведения его частных решений при аргументе, стремящемся к нулю или неограниченно возрастающем.
31. Соотношения, связывающие цилиндрические функции.

Четвертый семестр

1. Общий вид линейного дифференциального уравнения с частными производными второго порядка.
2. Чем определяется тип дифференциального уравнения с частными производными?
3. Каноническая форма линейного уравнения гиперболического типа для функции с двумя независимыми переменными.
4. Каноническая форма линейного уравнения параболического типа для функции с двумя независимыми переменными.
5. Каноническая форма линейного уравнения эллиптического типа для функции с двумя независимыми переменными.
6. К какому типу относится уравнение малых поперечных колебаний струны?
7. К какому типу относятся уравнения теплопроводности и диффузии?
8. Запишите уравнение малых поперечных колебаний струны?
9. Метод решения уравнения малых поперечных колебаний бесконечной струны.
10. В чем суть метода разделения переменных (на примере решения задачи о малых поперечных колебаниях конечной струны)?
11. Какие процессы описываются с использованием уравнения длинных линий?
12. Какие процессы описываются с использованием уравнений Максвелла?
13. Запишите формулу Даламбера. Поясните её физическое содержание.
14. Когда задача является корректно поставленной?
15. Гармонические функции и их основные свойства.
16. Какой оператор называется сопряженным?
17. Какой оператор называется самосопряженным?
18. Что такое дельта-функция? Приведите несколько её основных свойств.
19. Функция Грина уравнения второго порядка и её свойства.
20. Представление функция Грина уравнения второго порядка с использованием частных решений соответствующего однородного уравнения.
21. Сформулируйте задачу Штурма-Лиувилля.
22. Количество собственных значений задачи Штурма-Лиувилля и их свойства.
23. Методы построения многомерной функции Грина.

24. Понятие функционала.
25. Понятие экстремали.
26. Необходимое условие экстремума функционала.
27. Запишите уравнение Эйлера.
28. Понятие изопериметрической задачи.
29. Какой вопрос удается решить, зная вторую вариацию функционала?
30. Какие методы принято называть прямыми?

2.1.2. Примеры задач для практических занятий (ИОПК 1.3, ИУК 1.3, ИУК 1.4)

Задачи для практических занятий по материалу третьего семестра содержатся в учебном пособии: **Кравцов А.В. Теория функций комплексной переменной: методы решения задач: [около 200 задач с подробными решениями] / А.В. Кравцов, А.Р. Майков; под ред. А.Г. Свешникова. – Изд. 2-е. – Москва: Ленанд, 2017. – 242 с.** Помимо наборов задач по различным разделам дисциплины, данное пособие содержит примеры решений типовых задач и ответы к задачам.

Задачи для практических занятий по материалу четвертого семестра содержатся в соответствующем разделе Moodle и в учебном пособии: **Пономарева В.Н., Беличенко В.П. Методы математической физики. Часть 1. – Томск: 1994, РИО ТГУ. – 23 с.**

Помимо наборов задач по различным разделам дисциплины, данное пособие содержит примеры решений типовых задач и ответы к задачам.

2.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

2.2.1. Вопросы билетов к экзамену по дисциплине(ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИУК 1.1, ИУК 1.2, ИУК 1.3, ИУК 1.4)

Третий семестр

1. Непрерывные и дифференцируемые функции комплексного переменного.
2. Условия Коши–Римана.
3. Аналитические функции и их свойства.
4. Конформные отображения.
5. Дробно-линейная функция. Свойства дробно-линейного отображения.
6. Степенная и обратная ей функции. Риманова поверхность.
7. Показательная и логарифмическая функции.
8. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши.
9. Интегралы Коши для аналитической функции и для её производных.
10. Ряд Тейлора, коэффициенты и область сходимости.
11. Ряд Лорана, главная и правильная части, область сходимости.
12. Изолированные особые точки однозначной аналитической функции. Примеры функций, имеющих особые точки различного типа.
13. Вычеты. Вычет в полюсе первого порядка, в полюсе n -го порядка.
14. Преобразование Фурье для абсолютно интегрируемых функций.
15. Лемма Жордана для интегралов вида $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{\mathrm{i}ux}\,\mathrm{d}x$.
16. Принцип максимума модуля аналитической функции. Точки перевала.
17. Метод перевала асимптотической оценки интегралов вида $\int_C \varphi(z) e^{\lambda f(z)}\,\mathrm{d}z,\ \lambda >> 1$.
18. Интегральная теорема Фурье.
19. Интегральная теорема о преобразовании Фурье от произведения двух функций.
20. Преобразование Лапласа. Определение и свойства.
21. Преобразование Лапласа свёртки двух функций.
22. Формула Пуассона для суммирования рядов.

23. Гамма-функция. Определение и свойства.
24. Уравнение Бесселя. Решение уравнения в виде бесконечного ряда.
25. Асимптотики цилиндрических функций.
26. Задача Штурма–Лиувилля для уравнения Бесселя. Постановка задачи. Собственные значения. Собственные функции. Теорема о разложении произвольной функции в ряд по собственным функциям.
27. Задача Штурма–Лиувилля для уравнения Бесселя. Норма собственных функций.
28. Задача Штурма–Лиувилля для уравнения Бесселя. Ортогональность собственных функций.
29. Полиномы Лежандра. Определяющее дифференциальное уравнение. Производящая функция.
30. Полиномы Лежандра. Формула Родрига.
31. Ортогональность полиномов Лежандра.
32. Выражение для нормы полиномов Лежандра. Теорема о разложении произвольной функции в ряд по полиномам Лежандра.
33. Присоединённые функции и полиномы Лежандра.

Четвертый семестр

1. Линейные уравнения с частными производными второго порядка. Характеристики.
2. Классификация и канонические формы линейных уравнений с частными производными второго порядка.
3. Уравнение малых поперечных колебаний струны.
4. Свободные колебания бесконечной струны. Формула Даламбера.
5. Свободные колебания полуограниченной струны (метод характеристик).
6. Свободные колебания ограниченной струны (метод характеристик).
7. Вынужденные колебания струны (метод характеристик).
8. Метод разделения переменных. Собственные колебания ограниченной струны.
9. Решение задачи о вынужденных колебаниях ограниченной струны методом разделения переменных.
10. Устойчивость решения задачи Коши.
11. Распространение волн в пространстве. Постановка задачи.
12. Распространение волн в пространстве. Спектральное разложение волнового поля по временным частотам.
13. Распространение волн в пространстве. Спектральное разложение волнового поля по пространственно-временным частотам.
14. Распространение волн в пространстве. Поле точечного монохроматического источника.
15. Распространение волн в пространстве. Решение задачи во временной области (в запаздывающих потенциалах).
16. Уравнение теплопроводности.
17. Остывание однородного слоя.
18. Нагрев однородного слоя.
19. Уравнение диффузии.
20. Одномерная дельта-функция.
21. Дифференцирование разрывных функций.
22. Функция Грина как ядро линейного интегрального оператора.
23. Построение одномерной функции Грина.
24. Разложение одномерной функции Грина по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля.
25. Дельта–функция в многомерном пространстве.
26. Построение двумерной функции Грина.
27. Понятие функционала. Функции сравнения. Экстремум функционала.

28. Уравнение Эйлера. Понятие вариационной производной.
29. Вторая вариация. Условие Лежандра.
30. Условный экстремум функционала на поверхности и изопериметрические задачи.
31. Кратные интегралы: первая вариация и уравнение Остроградского.
32. Найти экстремаль функционала:
33. $y(x)=\int_0^{\pi/2}\left[(y'(x))^2-(y(x))^2\right]dx,\ y(0)=0,\ y\left(\dfrac{\pi}{2}\right)=1.$
34. Метод Ритца нахождения минимального значения функционала.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Итоговый контроль (промежуточная аттестация) по дисциплине проводится в форме устного экзамена по лекционному материалу. К экзамену допускаются студенты, успешно прошедшие текущие аттестации по практическим занятиям.

Экзаменационные билеты для устного экзамена в количестве 30 штук содержат по три вопроса, относящихся к трём разделам дисциплины (теория функций комплексной переменной, интегральные преобразования, специальные функции). Перечень вопросов приведён в пункте 2.2.1. В качестве дополнительных вопросов на устном экзамене используются контрольные вопросы из пункта 2.1.1. («Контрольные вопросы по дисциплине»).

Оценка успеваемости студента формируется на основании соответствия компетентностной структуре дисциплины.

Оценка «отлично» Умеет осуществлять информационный поиск, грамотно корректируя при необходимости поисковый запрос (ИУК 1.1). Способен критически анализировать результаты информационного поиска. Грамотно оценивает качество информации (ИУК 1.2). Знает способы решения типовых задач теории комплексных функций и интегральных преобразований. Чётко представляет взаимосвязь способов при решении уравнений. Предлагает способ решения задачи повышенной сложности, привлекая имеющийся запас знаний и умений. Демонстрирует уверенность при решении задачи (ИУК 1.3). Грамотно рефлексивно оценивает содержание задачи. Демонстрирует уверенность при оценке результатов. При необходимости корректирует процедуру решения. Уверенно формализует процедуру решения задачи. Чётко прогнозирует ожидаемые результаты. Корректно анализирует полученные результаты (ИУК-1.4). Показывает уверенные знания и умения в объёме, требуемом для последующего освоения специальных дисциплин. Полностью владеет навыками использования указанных базовых разделов при решении конкретных задач (ИОПК-1.1). Полностью владеет базовыми знаниями из указанных теорий при решении конкретных задач профессиональной деятельности. Полностью понимает возможности использования указанных методов применительно к каноническим задачам радиофизики из областей профессиональной деятельности (ИОПК-1.2). Уверенно владеет указанными понятиями и методами при решении задач физики и радиофизики. Уверенное владение указанными навыками для решения задач из области профессиональной деятельности (ИОПК-1.3).

Оценка «хорошо» Умеет осуществлять информационный поиск. Допускает отдельные неточности при формулировке поискового запроса (ИУК 1.1). Способен критически анализировать результаты информационного поиска, но допускает незначительные ошибки при оценке качества информации (ИУК 1.2). Знает способы решения типовых задач теории комплексных функций и интегральных преобразований. Нечётко представляет взаимосвязь способов при решении уравнений. Предлагает способ решения задачи повышенной сложности, привлекая имеющийся запас знаний и умений. Однако не демонстрирует уверенности при решении задачи (ИУК 1.3). Грамотно рефлексивно оценивает содержание задачи, интерпретирует результаты. Допускает погрешности не принципиального характера при корректировке процедуры решения в случае необходимости. Уверенно формализует процедуру решения задачи. Допускает незначительные погрешности при прогнозе ожидаемых результатов и анализе полученных результатов (ИУК-1.4). Показывает хорошие знания и умения, но имеет пробелы по некоторым вопросам, важным для освоения специальных дисциплин. Показывает в целом грамотное владение навыками использования указанных базовых разделов при решении конкретных задач. Допускаемые погрешности не носят принципиального характера (ИОПК-1.1). Показывает уверенное владение базовыми знаниями, допускает погрешности не принципиального характера. Допускает незначительные ошибки при использовании указанных методов применительно к каноническим задачам радиофизики из областей профессиональной деятельности (ИОПК-1.2). Недостаточно уверенно владеет указанными понятиями и методами при решении задач физики и радиофизики. Недостаточно уверенное владение указанными навыками для решения задач из области профессиональной деятельности (ИОПК-1.3).

Оценка «удовлетворительно» Имеет общее представление об указанных вариантах информационного поиска, испытывает затруднения при формулировке поискового запроса (ИУК 1.1). Понимает содержание поставленной проблемы, но испытывает затруднения при комплексной оценке результатов поиска (ИУК 1.2). Знает способы решения типовых задач теории комплексных функций и интегральных преобразований, но испытывает затруднения уже на стадии выбора способа. Предлагает способ решения задачи повышенной сложности, во многом интуитивно, демонстрируя при этом пробелы в знаниях и умениях (ИУК 1.3). Способен рефлексивно оценить содержание задачи, интерпретировать результаты. Однако затрудняется произвести корректировку процедуры решения в случае необходимости. Неуверенно формализует процедуру решения задачи, испытывает затруднения при прогнозе ожидаемых результатов и анализе полученных результатов (ИУК-1.4). Демонстрирует только знания и умения минимально необходимые для освоения специальных дисциплин. Демонстрирует слабое владение навыками использования указанных базовых разделов при решении конкретных задач (ИОПК-1.1). Неуверенно использует базовые знания из указанных теорий при решении простейших задач профессиональной деятельности. Испытывает затруднения при использовании указанных методов применительно к простым задачам радиофизики из областей профессиональной деятельности (ИОПК-1.2). Слабо владеет указанными понятиями и методами. Решить задачу способен под руководством преподавателя. Слабое владение указанными навыками для решения задач из области профессиональной деятельности (ИОПК-1.3).

Оценка «неудовлетворительно» Не имеет представления об указанных вариантах информационного поиска (ИУК 1.1). Не способен критически анализировать результаты информационного поиска с учётом указанных критериев (ИУК 1.2). Не знает способы решения типовых задач теории комплексных функций и интегральных преобразований. Не способен предложить способ решения задачи повышенной сложности, вследствие отсутствия должного уровня знаний и умений (ИУК 1.3). Не способен рефлексивно оценить содержание задачи, интерпретировать результаты, произвести корректировку процедуры решения в случае необходимости. Не способен рационально формализовать процедуру решения задачи, дать прогноз ожидаемым результатам, анализировать полученные результаты (ИУК-1.4). Демонстрирует отсутствие знаний и умений минимально необходимых для освоения специальных дисциплин. Не владеет навыками использования указанных базовых разделов при решении конкретных задач (ИОПК-1.1). Не умеет использовать базовые знания из указанных теорий даже при решении простейших задач профессиональной деятельности. Полное непонимание практики использования указанных методов даже применительно к простейшим задачам радиофизики из областей профессиональной деятельности (ИОПК-1.2). Не владеет указанными понятиями и методами при решении даже простейших задач физики и радиофизики. Отсутствие указанных навыков для решения задач из области профессиональной деятельности (ИОПК-1.3).

Текущий контроль косвенно, но существенно влияет на промежуточную аттестацию: успешное выполнение индивидуальный заданий и контрольных работ способствует систематизации знаний и придаёт уверенность в процессе подготовки к ответу по экзаменационному билету.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Вопросы теста для оценки остаточных знаний по дисциплине. Эти вопросы относятся как непосредственно к теории методов математической физики, так и к способам и приёмам решения прикладных физико-математических задач. Ключевым ответом является вариант ответа, исполненный курсивом.

Вопрос	Варианты ответа
(ИОПК-1.1) Сколько листов имеет риманова поверхность для функции $f(z)=\mathrm{Ln}\, z$?	а) один лист. б) два листа. в) *бесконечно много листов* г) как и поверхность сферы Римана
(ИУК 1.1) Какие точки ветвления имеет функция $f(z)=\sqrt[3]{z+5}$?	а) $z=0$. б) $z=-5$. *в)* $z=-5,\ \infty$. г) не имеет точек ветвления.
(ИУК 1.4) Может ли аналитическая функция иметь седловую точку в заданной области комплексной плоскости?	а) не может, потому что эта точка является точкой минимакса действительной функции двух переменных. б) не может, потому что не имеет особых точек в этой области. в) может, потому что выполняются условия Коши–Римана и $f'(z)\neq 0$. г) *не может, если в этой области* $f'(z)\neq 0$.
(ИОПК-1.2) Когда можно применять интегральное преобразование Лапласа вместо обобщённого преобразования Фурье?	а) никогда. б) всегда. в) *если функция-оригинал* $f(x)$ *равна нулю для значений* $x<0$. г) если функция-оригинал $f(x)$ имеет нули.
(ИУК 1.3) В каком случае две гармонические функции являются сопряжёнными?	а) если они являются комплексными аналитическими функциями. б) всегда. в) *если принадлежат одной и той же аналитической функции.* г) если они удовлетворяют уравнению Лапласа.
(ИОПК-1.3) Какая функция удовлетворяет условиям Дирихле?	а) *если она непрерывная.* б) *если имеет конечные односторонние пределы.*

	в) задана на конечном интервале. г) если она является абсолютно интегрируемой.
(ИУК 1.2) Какие две цилиндрические функции являются линейно независимыми?	а) если имеют целочисленные индексы. б) *если вронскиан не равен нулю.* в) только функции Ханкеля первого и второго рода. г) если они являются решениями задачи Штурма–Лиувилля.
(ИОПК-1.1) Можно ли применять лемму Жордана при вычислении интегралов Фурье?	а) нет, потому что оригинал $f(x)$ является функцией действительной переменной x. б) *можно.* в) нет, потому что функция-изображение может иметь особые точки. г) возможность зависит от знака спектрального параметра.
(ИУК 1.1) С помощью какой комплексной функции можно отобразить окружность на окружность другого радиуса?	а) с помощью целой аналитической функции. б) с помощью показательной функции. в) нет такой функции. г) *с помощью дробно-линейной функции.*
(ИУК 1.4) Чем отличается ряд Лорана от ряда Тейлора?	а) два ряда не имеют ничего общего б) *наличием ненулевой главной части* в) ряд Лорана не является частью ряда Тейлора. г) один и тот же ряд, имеющий разные названия.
(ИОПК-1.2) Записать формулу для нахождения аргумента комплексного числа, заданного в алгебраической форме $z = x + iy$, если $x < 0$, $y < 0$.	а) $\arg z = \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$. *б)* $\arg z = -\pi + \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$. в) $\arg z = \pi + \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$.
(ИУК 1.3) Записать формулу для нахождения аргумента комплексного числа, заданного в алгебраической форме $z = x + iy$, если $x < 0$, $y \geq 0$.	а) $\arg z = \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$. б) $\arg z = -\pi + \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$. *в)* $\arg z = \pi + \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$.
(ИОПК-1.3) Сколько листов имеет риманова поверхность для функции $f(z) = \sqrt[7]{z}$?	а) два листа. б) риманова поверхность не требуется. в) *семь листов.*
(ИУК 1.2) Является ли аналитической функция $f(z) = \lvert z \rvert$?	а) является, потому что это непрерывная функция. б) *не является, потому что не выполняются условия Коши–Римана.* в) является, потому что зависит от переменной z.

(ИОПК-1.1) Чему равен модуль комплексной функции $f(z)=\dfrac{z}{\lvert z\rvert}$?	а) *единице.* б) неопределённому числу. в) бесконечности.
(ИУК 1.1) Какое интегральное преобразование применяется в формуле Пуассона для суммирования рядов?	а) преобразование Лапласа. б) синус-преобразование Фурье. в) интегральное преобразование не применяется. г) *экспоненциальное преобразование Фурье.*
(ИУК 1.4) Сколько показателей роста имеет функция-оригинал в обобщённом преобразовании Фурье?	а) один показатель. б) не имеет показателей роста, потому что является абсолютно интегрируемой функцией. в) *два показателя.*
(ИОПК-1.2) В каком случае присоединённые функции Лежандра $P_n^m(x)$ являются полиномами?	а) если $m>n$. б) *если m – чётное число.* в) они всегда являются полиномами, потому что связаны с полиномами Лежандра $P_n(x)$.
(ИУК 1.3) Можно ли применять метод перевала для асимптотической оценки цилиндрических функций $Z_\nu(x)$ независимой переменной x?	а) нет, потому что эти функции являются обобщёнными степенными рядами. б) *да, потому что для них существует представление контурными интегралами Зоммерфельда.* в) нет, потому что они зависят также от порядка ν.
(ИОПК-1.3) Можно ли производить разложение функции $f(x)$, которая удовлетворяет условиям Дирихле, в ряд по цилиндрическим функциям?	а) можно, ограничений нет. б) можно, потому что они являются решениями дифференциального уравнения Бесселя. в) *можно, при условии, что они являются решениями задачи Штурма–Лиувилля.*
(ИУК 1.2) Чему равен модуль функции $f(z)=\mathrm{e}^{\mathrm{i}z}$, где $z=x+\mathrm{i}\,y$?	а) $\lvert f(z)\rvert=1$. б) $\lvert f(z)\rvert=\lvert x\rvert$. *в)* $\lvert f(z)\rvert=\mathrm{e}^{-y}$.
(ИОПК-1.1) Какая подстановка требуется для вычисления интеграла $I=\int_0^{2\pi}R(\cos t,\ \sin t)\,\mathrm{d}t$, где $R(\cdot)$ – рациональная функция, методами контурного интегрирования на комплексной плоскости?	*а)* $z=\mathrm{e}^{\mathrm{i}t}$. б) $z=\mathrm{tg}\,\dfrac{t}{2}$. в) не требуется подстановка.
(ИУК 1.1) Как можно применить лемму Жордана к вычислению несобственного интеграла $I=\int_0^{\infty}R(x)\cos x\,\mathrm{d}\,x$, где $R(x)$ – рациональная функция?	а) разложить $\cos x$ в ряд. б) *использовать тождество* $\cos x=\mathrm{Re}\left(\mathrm{e}^{\mathrm{i}x}\right)$. в) *использовать тождество* $\cos x=\frac{1}{2}\left(\mathrm{e}^{\mathrm{i}x}+\mathrm{e}^{-\mathrm{i}x}\right)$.

(ИУК 1.4) Почему функцию $\Gamma(z)$, где $z=x+\mathrm{i}\,y$, называют мероморфной функцией?	а) потому что она связана с факториалом. б) *потому что имеет простые полюсы в точках* $z=-n$*, где* n *– натуральное число.*
(ИОПК-1.2) Функция $f(z)=z^4$, где $z=x+\mathrm{i}\,y$, является однолистной, многолистной или многозначной?	а) является однолистной и однозначной. б) является многозначной. в) *является многолистной*.
(ИУК 1.3) Является ли конформным отображение, осуществляемое аналитической функцией $f(z)$ в окрестности точки перевала?	а) является, потому что функция $f(z)$ является аналитической в этой окрестности. б) является, потому что $f(z)\neq 0$ в точке перевала. в) *не является, потому что* $f'(z)=0$ *в точке перевала.*
(ИОПК-1.3) Может ли точка перевала аналитической функции $f(z)$ совпадать с полюсом этой функции?	а) может, потому что эта точка находится в области определения функции $f(z)$. б*) не может, потому что функция* $f(z)$ *является аналитической в точке перевала и в малой окрестности этой точки.* в) может, потому что точка перевала является точкой минимакса функции $\lvert f(z)\rvert$.
(ИОПК-1.2) В чём заключается фильтрующее свойство δ-функции Дирака?	а) она вычисляет главное значение интеграла по Коши. б) *значение определённого интеграла с подынтегральной функцией вида* $f(x)\delta(x-x_0)$ *равно значению функции* $f(x)$ *в точке* $x=x_0$. в) она осуществляет аналитическое продолжение функции $f(x)$ в комплексную область.
(ИОПК-1.1) Чему равно значение интеграла Коши для аналитической функции $f(z)$ во внутренней точке $z=z_0$, если контуром интегрирования является окружность C_R с центром в этой точке?	а) интеграл следует понимать в смысле главного значения по Коши. б) интеграл Коши равен нулю. в) *значение* $f(z_0)$*, которое является средним значением функции* $f(z)$ *из её значений на окружности* C_R.
(ИОПК-1.2) Как расположен на комплексной плоскости $p=\sigma+\mathrm{i}\tau$ контур интегрирования в интеграле для обратного преобразования Лапласа (контур Бромвича) по отношению к точке $p=\sigma_0$, где $\sigma_0>0$ является показателем роста функции-оригинала?	а) *Контур Бромвича пересекает ось* $\mathrm{Re}\,p$ *в точке* $\sigma>\sigma_0$. б) Контур интегрирования пересекает действительную ось в точке $\sigma=\sigma_0$. в) Контур интегрирования проходит строго по мнимой оси в p-плоскости.

(ИОПК-1.1) Согласно существующей классификации линейное дифференциальное уравнение с частными производными второго порядка не может быть:	а) уравнением гиперболического типа; б) уравнением параболического типа; в) *уравнением сферического типа*; г) уравнением эллиптического типа.
(ИУК 1.1) Что означает понятие линейности дифференциального уравнения с частными производными?	а) уравнение линейно относительно искомой функции; б) уравнение линейно относительно всех входящих в него производных искомой функции; в) *уравнение линейно относительно искомой функции и всех входящих в уравнение производных искомой функции.*
(ИУК 1.4) Одномерное волновое уравнение содержит:	а) частную производную второго порядка по пространственной координате и частную производную первого порядка по времени от искомой функции; б) частную производную первого порядка по пространственной координате и частную производную второго порядка по времени от искомой функции; в) *частную производную второго порядка по пространственной координате и частную производную второго порядка по времени от искомой функции*; г) только частную производную второго порядка по времени от искомой функции.
(ИОПК-1.2) Одномерное уравнение теплопроводности содержит:	а) *частную производную второго порядка по пространственной координате и частную производную первого порядка по времени от искомой функции*; б) частную производную первого порядка по пространственной координате и частную производную второго порядка по времени от искомой функции; в) частную производную второго порядка по пространственной координате и частную производную второго порядка по времени от искомой функции; г) только частную производную второго порядка по времени от искомой функции.
(ИУК 1.3) В уравнение Лапласа входят:	а) *только частные производные второго порядка по пространственным координатам от искомой функции*; б) частные производные второго порядка по пространственным координатам от искомой функции и сама функция; в) частные производные второго порядка по пространственным координатам от искомой функции и частная производная

	первого порядка от этой функции; г) только частные производные первого порядка по пространственным координатам от искомой функции.
(ИОПК-1.3) Волновое уравнение это:	а) уравнение параболического типа; б) уравнение эллиптического типа; в) *уравнение гиперболического типа*; г) квазилинейное уравнение.
(ИУК 1.2) Уравнение диффузии это:	а) *уравнение параболического типа*; б) уравнение эллиптического типа; в) уравнение гиперболического типа; г) нелинейное уравнение.
(ИОПК-1.1) Уравнение Лапласа это:	а) уравнение параболического типа; б) *уравнение эллиптического типа*; в) уравнение гиперболического типа; г) гиперэллиптического типа.
(ИУК 1.1) При решении дифференциального уравнения второго порядка с частными производными может быть использован метод разделения переменных, если уравнение:	а) *является линейным относительно искомой функции и всех её частных производных, входящих в уравнение*; б) является линейным относительно искомой функции и части её частных производных, входящих в уравнение; в) является линейным относительно только всех частных производных от искомой функции, входящих в уравнение.
(ИУК 1.4) Спектр регулярной задачи Штурма-Лиувилля:	а) непрерывный; б) *дискретный*; в) смешанный (дискретно непрерывный).
(ИОПК-1.2) Собственные значения регулярной задачи Штурма-Лиувилля:	а) действительные, отрицательные; б) комплексные, причем с положительной действительной частью; в) комплексные, причем с отрицательной действительной частью; г) *действительные, положительные*.
(ИУК 1.3) Функция Грина $G(x,s)$ дифференциального уравнения второго порядка в точке $x=s$:	а) *непрерывна*; б) дифференцируема; в) разрывна.
(ИОПК-1.3) Производная функции Грина $\frac{dG(x,s)}{dx}$ дифференциального уравнения второго порядка в точке $x=s$:	а) непрерывна; б) дифференцируема; в) *разрывна*.
(ИУК 1.2) Какое из нижеприведенных соотношений, содержащих дельта-функция $\delta(x-s)$, неверно:	а) $\int\limits_a^\infty \delta(x-s)dx=1,\ a>s$ (*данное соотношение*); б) $\int\limits_{-\infty}^{\infty} \delta(x-s)dx=1$;

	в) $\int\limits_a^{\infty}\delta(x-s)dx=1,\ a<s$.
(ИОПК-1.1) При решении краевой задачи $$\frac{\partial U(x,t)}{\partial t}-a^2\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2}=f(x,t)$$ $$x\in(-\infty,\infty),\ t\in(0,\infty),$$ $$U(x,0)=0,$$ $$U(x,t)\to 0\ при\ x,t\to\pm\infty$$ можно использовать:	а) синус-преобразование Фурье по переменной x; б) косинус-преобразование Фурье по переменной x; в) *экспоненциальное преобразование Фурье по переменной* x; г) преобразование Лапласа по переменной x.
(ИУК 1.1) При решении краевой задачи $$\frac{\partial U(x,t)}{\partial t}-a^2\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2}=0$$ $$x\in(0,\infty),\ t\in(0,\infty),$$ $$U(x,0)=g(x),$$ $$U(0,t)=0,$$ $$U(x,t)\to 0\ при\ x,t\to\infty$$ можно использовать:	а) *синус-преобразование Фурье по переменной* x; б) косинус-преобразование Фурье по переменной x; в) экспоненциальное преобразование по переменной x; г) преобразование Лапласа по переменной x.
(ИУК 1.4) При решении краевой задачи $$\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial t^2}-a^2\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2}=f(x,t)$$ $$x\in[0,\infty]\quad t\in[0,\infty)$$ $$\left.\frac{\partial U(x,t)}{\partial x}\right\|_{x=0}=0,$$ $$U(x,0)=0,$$ $$U(x,t)\to 0\ при\ x,t\to\infty$$ можно использовать:	а) синус-преобразование Фурье по переменной x; б) *косинус-преобразование Фурье по переменной* x; в) экспоненциальное преобразование Фурье по переменной x; г) преобразование Лапласа по переменной x.
(ИОПК-1.2) Решение краевой задачи $$\frac{\partial U(x,t)}{\partial t}-a^2\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2}=f(x,t)$$ $$x\in[0,l]\quad t\in[0,\infty)$$ $$U(0,t)=0,\quad U(l,t)=0,$$ $$U(x,0)=g(x)$$ может быть получено в виде разложения по системе функций:	а) $\cos(n\pi/l)x,\quad n=0,2,3...$; б) $\sin[(2n+1)\pi x/2l],\quad n=0,1,2...$; в) $\sin(n\pi/l)x,\quad n=1,2,3...$; (*данная система функций*); г) $\cos[(2n+1)\pi x/2l],\quad n=0,1,2...$.
(ИУК 1.3) Решение краевой задачи $$\frac{\partial U(x,t)}{\partial t}-a^2\frac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2}=f(x,t)$$ $x\in[0,l]\quad t\in[0,\infty)$ $$U(0,t)=0,\quad \left.\frac{\partial U(x,t)}{\partial x}\right\|_{x=l}=0,U(x,0)=g(x)$$ может быть получено в виде разложения по системе функций:	а) $\cos(n\pi/l)x,\quad n=0,2,3...$; б) $\sin[(2n+1)\pi x/2l],\quad n=0,1,2...$; (*данная система функций*); в) $\sin(n\pi/l)x,\quad n=1,2,3...$; г) $\cos[(2n+1)\pi x/2l],\quad n=0,1,2...$.
(ИОПК-1.3) Решение краевой задачи	а) $\cos(n\pi/l)x,\quad n=0,2,3...$;

$\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial t} - a^2 \dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} = f(x,t)$ $x \in [0,l] \quad t \in [0,\infty)$ $\left.\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x}\right\|_{x=0} = 0, \quad U(l,t)=0, U(x,0)=g(x)$ может быть получено в виде разложения по системе функций:	б) $\sin[(2n+1)\pi x/2l], \quad n=0,1,2...$; в) $\sin(n\pi/l)x, \quad n=1,2,3...$; г) $\cos[(2n+1)\pi x/2l], \quad n=0,1,2....$; (*данная система функций*).
(ИУК 1.2) Решение краевой задачи $\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial t} - a^2 \dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} = f(x,t)$ $x \in [0,l] \quad t \in [0,\infty) \quad \left.\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x}\right\|_{x=0} = 0$, $\left.\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x}\right\|_{x=l} = 0, U(x,0)=g(x)$ может быть получено в виде разложения по системе функций:	а) $\cos(n\pi/l)x, \quad n=0,2,3...$; (*данная система функций*); б) $\sin[(2n+1)\pi x/2l], \quad n=0,1,2...$; в) $\sin(n\pi/l)x, \quad n=1,2,3...$; г) $\cos[(2n+1)\pi x/2l], \quad n=0,1,2...$.
(ИОПК-1.1) Краевая задача корректно поставлена, если её решение:	а) *существует, является единственным и устойчивым*; б) существует и является единственным; в) существует и является устойчивым; г) существует.
(ИУК 1.1) Уравнениями длинных линий описываются:	а) тепловые процессы в длинных линиях; б) диффузионные процессы в длинных линиях; в) *волновые процессы в длинных линиях*.
(ИУК 1.4) Уравнениями Максвелла описываются:	а) только электрические процессы; б) только магнитные процессы; в) *электромагнитные процессы*.
(ИОПК-1.2) Однородное одномерное волновое уравнение имеет следующий вид:	а) $\dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} - \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial t^2} = 0$; (*данное уравнение*); б) $\dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} - \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial t} = 0$; в) $\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x} - \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial t^2} = 0$; г) $\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x} - \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial t} = 0$.
(ИУК 1.3) Однородное одномерное уравнение теплопроводности имеет следующий вид:	а) $a^2\dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} - \dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial t^2} = 0$; б) $a^2\dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial x^2} - \dfrac{\partial U(x,t)}{\partial t} = 0$; (*данное уравнение*); в) $a^2\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x} - \dfrac{\partial^2 U(x,t)}{\partial t^2} = 0$; г) $a^2\dfrac{\partial U(x,t)}{\partial x} - \dfrac{\partial U(x,t)}{\partial t} = 0$.

(ИОПК-1.3) Формулой Эйлера определяется:	а) достаточное условие существования экстремума функционала; б) *необходимое условие существования экстремума функционала*; в) необходимое и достаточное условие существования экстремума функционала.
(ИОПК-1.2) Равенство нулю первой вариации функционала представляет собой:	а) необходимое и достаточное условие существования его экстремума. б) достаточное условие существования его экстремума; в) *необходимое условие уществования его экстремума*.
(ИОПК-1.2) Какой из принципов не является вариационным?	а) *принцип относительности Галилея*; б) принцип максимума энтропии; в) принцип Ферма; г) принцип наименьшего действия.
(ИУК 1.4) Изопериметрическая задача:	а) изучается в теории обыкновенных дифференциальных уравнений; б) изучается в теории дифференциальных уравнений с частными производными; в) является одной из задач интегрального исчисления; г) *является одной из задач вариационного исчисления*.

Информация о разработчиках

Рабочую программу разработали:

Фисанов Василий Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра радиофизики НИ ТГУ (корпус 11, комната 426), профессор кафедры;

Лосев Дмитрий Витальевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра радиофизики НИ ТГУ (корпус 11, комната 428), доцент кафедры.