

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Ф. УТКИНА**

Кафедра «Высшей математики»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дифференциальные уравнения

Специальность 11.03.04
«Электроника и наноэлектроника»

ОПОП
«Радиотехническая электроника»

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2025 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур, оцениваемых ресурсов в дистанционных учебных курсах), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися дисциплины **«Дифференциальные уравнения»** как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретённых компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний, обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся: на занятиях; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов. При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная шкала оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» на экзамене или «зачтено», «незачтено» на зачете).

Текущая аттестация студентов проводится на основании посещаемости занятий, проверки конспектов лекций и оформляется в виде ведомостей по системе 0-1-2.

По итогам изучения разделов дисциплины **«Дифференциальные уравнения»**, обучающиеся в конце каждого учебного семестра проходят промежуточную аттестацию. Форма проведения аттестации – зачет в устной, письменной формах или тест: электронный билет, формируемый случайным способом. Билеты и перечни вопросов, задач, примеров, выносимых на промежуточную аттестацию, составляются с учётом содержания тем учебной дисциплины и подписываются заведующим кафедрой.

В билет для зачета или вариант теста включаются два теоретических вопроса и до четырёх практических задач по темам дисциплины (Протокол заседания кафедры Высшей математики №10 от 26 апреля 2017г.).

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
Семестр 3			
1	Уравнения в частных производных первого порядка	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В	Проверка конспекта Зачет

		ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	
2	Уравнения с частными производными 2-го порядка	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	Проверка конспекта Зачет
3	Задача Штурма-Лиувилля	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	Проверка конспекта Зачет
4	Специальные функции	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	Проверка конспекта Зачет
Семестр 4			
5	Классические ортогональные полиномы	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	Проверка конспекта Зачет
6	Уравнения гиперболического типа	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У	Проверка конспекта Зачет

		ОПК-1.1-В	
7	Уравнения параболического типа	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	Проверка конспекта Зачет
8	Уравнения эллиптического типа	ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В	Проверка конспекта Зачет

Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1) Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3) Качество ответа на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, логичность.
- 4) Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме оценки «зачтено» или «незачтено». Критерии оценивания промежуточной аттестации представлены в таблице.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу; ответить на все вопросы билета; уметь устранить допущенные погрешности в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий под руководством преподавателя, либо (при неправильном выполнении практического задания) по указанию преподавателя выполнить другие практические задания того же раздела дисциплины.
«незачтено»	ставится в случае: а) если студент выполнил не все задания, предусмотренного учебным графиком; б) если студент после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал и т.д.);

	в) незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.
--	---

Фонд оценочных средств дисциплины «Дифференциальные уравнения» включает

- оценочные средства промежуточной аттестации;
- варианты тестовых заданий;
- задачи для проверки остаточных знаний.

Оценочные средства промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации, проводимой в форме зачета или теста, включает

1. типовые теоретические вопросы;
2. дополнительные вопросы;
3. типовые практические задачи.

Оценочные средства приведены ниже для каждого из семестров обучения. Разрешается и иная формулировка вопроса или примера, без изменения его смысла или содержания, например, дробление, изменение условий или иное.

Примеры типовых теоретических вопросов

1. Дифференциальные уравнения с частными производными 1-го порядка.
2. Дифференциальные уравнения с частными производными 2-го порядка.
3. Приведение уравнения с частными производными 2-го порядка к каноническому виду.
4. Каноническая форма уравнения гиперболического типа.
5. Каноническая форма уравнения параболического типа.
6. Каноническая форма уравнения эллиптического типа.
7. Уравнение свободных колебаний струны.
8. Одномерное волновое уравнение.
9. Начальные и краевые условия для волнового уравнения.
10. Метод Фурье решения уравнений с частными производными.
11. Формы струны в различные моменты времени. Пучности и узлы.
12. Формула Даламбера.
13. Физическая интерпретация решения задачи Коши для волнового уравнения.
14. Задача Штурма-Лиувилля.
15. Вывод уравнения теплопроводности.
16. Задача Коши для уравнения теплопроводности.
17. Уравнение Лапласа.
18. Метод разделения переменных для трехмерного уравнения Лапласа.
19. Уравнение Пуассона.
20. Уравнение Гельмгольца.
21. Задача Штурма-Лиувилля для классических ортогональных полиномов.
22. Полиномы Лежандра.
23. Разложение функции в ряд Фурье по полиномам Лежандра.
24. Полиномы Лаггера.
25. Полиномы Эрмита.
26. Уравнение Бесселя.
27. Основные свойства Г-функции.

28. Построение функции Бесселя в виде обобщенного степенного ряда.
29. Функции Ханкеля.
30. Краевые задачи для уравнения Ханкеля.
31. Сферические функции.
32. Шаровые функции.

Тесты для проверки остаточных знаний

При проверке остаточных знаний студентам разрешается использовать конспекты лекций и справочную литературу.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности

а) типовые тестовые вопросы закрытого типа:

1. Указать название уравнения $u_{tt}(x,t) = a^2 u_{xx}(x,t)$.
 - а) однородное уравнение теплопроводности
 - б) уравнение свободных колебаний струны
 - в) уравнение вынужденных колебаний струны
2. Общий интеграл уравнения параболического типа имеет вид:
 - а) $\varphi(x,y) = C$ и $\psi(x,y) = C$;
 - б) $\varphi(x,y) = C$;
 - в) $\alpha(x,y) \pm i\beta(x,y) = C$.
3. Дифференциальное уравнение $a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + F(x,y,u,u_x,u_y) = 0$ является эллиптическим, если:
 - а) $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} < 0$,
 - б) $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} > 0$;
 - в) $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} = 0$.
4. Уравнение теплопроводности относится к уравнениям:
 - а) эллиптического типа,
 - б) гиперболического типа,
 - в) параболического типа.
5. Указать условия, задающие жесткое закрепление концов струны длиной l
 - а) $u(0,t) = 0, u(l,t) = 0$,
 - б) $u(0,t) = 0, u_x(l,t) = 0$,
 - в) $u_x(0,t) = 0, u_x(l,t) = 0$.

6. Уравнение $u(x,t) = \frac{1}{2}(\varphi(x-at) + \varphi(x+at)) + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(z) dz$ называется

- а) уравнением Бесселя,
- б) формулой Даламбера,
- в) уравнением Гельмгольца.

7. Указать уравнение Лапласа

- а) $u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy} + u_{zz})$,
- б) $u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} = -f(x, y, z)$,
- в) $u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} = 0$.

8. Ненулевое решение ДУ $X''(x) + \lambda X = 0$, удовлетворяющее нулевым граничным условиям существует, если:

- а) $\lambda < 0$,
- б) $\lambda = 0$,
- в) $\lambda > 0$.

9. Функция $J_k(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{\Gamma(n+k+1)\Gamma(n+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2n+k}$ называется:

- а) функцией Ханкеля,
- б) Г-функцией,
- в) функцией Бесселя.

10. Функция $u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n e^{-\left(\frac{a\pi n}{l}\right)^2 t} \sin \frac{\pi n x}{l}$ является решением:

- а) волнового уравнения,
- б) уравнения теплопроводности,
- в) уравнения Пуассона.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	б	б	а	в	а	б	в	в	в	б

б) типовые тестовые вопросы открытого типа:

1. Определить тип уравнения $u_{xx} + 4u_{xy} + 13u_{yy} = 0$.
2. Найти общее решение ДУ $T'(t) + 4T(t) = 0$.
3. Найти общее решение ДУ $X''(x) + 9X(x) = 0$.
4. При каком условии формула Даламбера имеет вид $u(x, t) = \frac{1}{2}(\varphi(x - at) + \varphi(x + at))$?
5. Указать тип однородного волнового уравнения.
6. При каком значении параметра λ задача Штурма-Лиувилля имеет нетривиальные решения?

7. Как называется однородное уравнение Пуассона?
8. Может ли метод Фурье быть использован для решения краевой задачи для уравнения теплопроводности на полубесконечной прямой?
9. Какому типу уравнений соответствует общий интеграл $\varphi(x, y) = C$?
10. Какую функцию определяет несобственный интеграл

$$\Gamma(z) = \int_0^{+\infty} t^{z-1} e^{-t} dt, \quad z \in \mathbb{C}, \quad \operatorname{Re} z > 0.?$$

№	1	2	3	4	5
ответ	эллиптически	Ce^{-4t}	$X(x) = C_1 \cos 3x + C_2 \sin 3x$	$\psi(x) = 0$	гиперболически
	6	7	8	9	10
	$\lambda > 0$	Лапласа	нет	параболически	Г-функцию

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2. Использует положения, законы математики для решения задач инженерной деятельности

а) типовые тестовые вопросы закрытого типа:

- Какая задача называется задачей Коши?
 - задача, содержащая только краевые условия,
 - задача, содержащая только начальные условия,
 - задача, содержащая и начальные, и краевые условия.
- Дифференциальное уравнение $a_{11}u_{xx} + 2a_{12}u_{xy} + a_{22}u_{yy} + F(x, y, u, u_x, u_y) = 0$ является гиперболическим, если:
 - $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} < 0$,
 - $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} > 0$,
 - $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} = 0$.
- Общий интеграл уравнения эллиптического типа имеет вид:
 - $\varphi(x, y) = C$ и $\psi(x, y) = C$;
 - $\varphi(x, y) = C$;
 - $\alpha(x, y) \pm i\beta(x, y) = C$.
- Коэффициент a в уравнении теплопроводности называется:
 - коэффициентом температуропроводности,
 - коэффициентом теплопроводности,
 - коэффициентом удельной теплоемкости.

5. Указать название уравнения $u_{tt}(x,t) = a^2 u_{xx}(x,t) + f(x,t)$.

- а) однородное уравнение теплопроводности
- б) уравнение свободных колебаний струны
- в) уравнение вынужденных колебаний струны

6. Собственные значения задачи Штурма-Лиувилля $X''(x) + \lambda X = 0$, $X(x) \neq 0$, $X(0) = X(l) = 0$ имеют вид:

а) $\lambda = \left(\frac{\pi m}{l}\right)^2$,

б) $\lambda = \left(\frac{n}{l}\right)^2$,

в) $\lambda = \left(\frac{\pi m}{l}\right)$.

7. Решение волнового уравнения в виде $u(x,t) = \frac{1}{2}(\varphi(x-at) + \varphi(x+at)) + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(z) dz$

находится методом

- а) Фурье,
- б) Даламбера,
- в) Лагранжа.

8. Уравнение Лапласа является:

- а) гиперболическим,
- б) эллиптическим,
- в) параболическим.

9. Указать уравнение Пуассона

- а) $u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy} + u_{zz})$,
- б) $u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} = -f(x, y, z)$,
- в) $u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} = 0$.

10. Несобственный интеграл $\Gamma(z) = \int_0^{+\infty} t^{z-1} e^{-t} dt$, $z \in \mathbb{C}$, $\operatorname{Re} z > 0$. называется:

- а) Г-функцией,
- б) функцией Ханкеля,
- в) функцией Бесселя.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	б	б	в	а	в	а	б	б	б	а

б) типовые тестовые вопросы открытого типа:

1. Определить тип уравнения $u_{xx} + 2u_{xy} + 3u_{yy} = 0$.
2. Найти общее решение ДУ $T'(t) + 2T(t) = 0$.
3. Найти общее решение ДУ $X''(x) + 4X(x) = 0$.
4. При каком условии формула Даламбера имеет вид $u(x, t) = \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(z) dz$.
5. К какому типу относится уравнение теплопроводности?
6. В каком виде ищется решение однородного волнового уравнения методом Фурье?
7. Как называется неоднородное уравнение Лапласа?
8. Сколько типов краевых условий для волнового уравнения?
9. Какому типу уравнений соответствует общий интеграл $\varphi(x, y) = C$ и $\psi(x, y) = C$?
10. Какую функцию определяет уравнение $J_k(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{\Gamma(n+k+1)\Gamma(n+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2n+k}$?

№	1	2	3	4	5
ответ	эллиптический	Ce^{-2t}	$X(x) = C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x$	$\varphi(x) = 0$	параболический
	6	7	8	9	10
	$u(x, t) = X(x) \cdot T(t)$	Пуассона	3	гиперболический	Бесселя

Составила
к.п.н., доцент кафедры ВМ

Ю.С. Кострова

Заведующий кафедрой ВМ
к.ф.-м.н., доцент

К.В. Бухенский

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Бухенский Кирилл
ЗАВЕДУЮЩИМ Валентинович, Заведующий кафедрой
КАФЕДРЫ

01.07.25 18:38 (MSK) Простая подпись