

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПОДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Уравнения математической физики

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок		
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

Заведующий кафедрой - руководитель отделения		А.М. Лидер
на правах кафедры		
Руководитель ООП		А.Г. Горюнов
Преподаватель		А.Л. Лисок

2020г.

1. Роль дисциплины «Уравнения математической физики» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код	Наименование
Уравнения математической физики	5	ОПК(У)-1	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения	ОПК(У)-1.В5	Владеет методами исследования физических процессов, возникающих в ходе профессиональной деятельности
				ОПК(У)-1.У5	Умеет применять методы математической физики для моделирования, теоретического и экспериментального исследований
				ОПК(У)-1.35	Знает физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных и методы построения основных моделей математической физики
		ОПК(У)-2	Способен применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач	ОПК(У)-2.В11	Владеет методиками проведения математических расчетов для решения физических задач.
				ОПК(У)-2.У11	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат для решения конкретных задач и обрабатывать их результаты
				ОПК(У)-2.311	Знает общую схему и методы решения уравнений в частных производных, специальные функции математической физики

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД1	Знать основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений в частных производных	ОПК(У)-1, ОПК(У)-2	Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах математической физики. Раздел 2. Специальные функции	Контрольная работа. Защита ИДЗ.
РД2	Владеть основными методами решения дифференциальных уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов.	ОПК(У)-1, ОПК(У)-2	Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах математической физики. Раздел 2. Специальные функции.	Контрольная работа. Защита ИДЗ.
РД3	Знать схемы решения краевых задач для уравнений Лапласа в декартовой, полярной и цилиндрической системе координат с использованием специальных функций математической физики	ОПК(У)-1, ОПК(У)-2	Раздел 1. Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах математической физики. Раздел 2. Специальные функции	Контрольная работа. Защита ИДЗ. Экзамен.

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Контрольная работа по теме “Дифференциальные уравнения в частных производных в задачах математической физики”	<p style="text-align: center;">Вариант 1</p> <p>1. Решить задачу Штурма – Лиувилля $y'' + \lambda y = 0, \quad y'(0) - y(0) = y'(\pi) - y(\pi) = 0$. Разложить функцию $f(x) = 1 + x$ в ряд Фурье по ортонормированным собственным функциям этой задачи</p> <p>2. Найти общее решение уравнения, приведя его к каноническому виду. $U_{xx} + 2U_{xy} - U_{yy} + U_x + U_y = 0;$</p> <p>3. Решить смешанную задачу для волнового уравнения на отрезке. $U_{tt} = U_{xx}, \quad \text{где } 0 < x < 1, 0 < t < \infty, U(x, 0) = x(x-1), U_t(x, 0) = 0, U(0, t) = U(1, t) = 0;$</p> <p>4. Найти решение первой смешанной задачи для уравнения теплопроводности на отрезке. $U_t = 16U_{xx}, \quad 0 < x < 3, t > 0, U(0, t) = U(3, t) = 0,$ $U(x, 0) = \begin{cases} x^2/3, & \text{при } 0 \leq x \leq 3/2; \\ 3-x, & \text{при } 3/2 < x \leq 3 \end{cases}$</p>
2.	Контрольная работа 2 по теме “Специальные функции”	<p style="text-align: center;">Вариант 1</p> <p>1. Вычислить $\int_0^{\infty} e^{-3x} \delta(\cos \pi x) dx$</p> <p>2. Найти $(xe^{\theta(1-x)})''$</p> <p>3. Решить задачу Дирихле для уравнения Лапласа в кольце $1 \leq \rho \leq 2$. $u _{\rho=1} = 0; u _{\rho=2} = \sin 3\varphi$</p> <p>4. Используя рекуррентные соотношения, выразить $J_4(x)$ через $J_2(x)$ $J_1(x)$</p> <p>5. Цилиндр с радиусом основания R и высотой h имеет температуру нижнего основания и боковой поверхности, равную T. Найти стационарную температуру внутренних точек цилиндра если температура верхнего основания есть определенная функция от r.</p>
3.	Индивидуальное задание	<p style="text-align: center;">Вариант 1</p> <p>1. Найти общее решение уравнения в частных производных первого порядка $xu_x + (4x - 2u)u_y = u.$</p> <p>2. Найти поверхность, удовлетворяющую уравнению $xu_x - uu_y = u^2(2x - 3y)$ и проходящую через заданную кривую $x = 1, u + 1 = 0$.</p> <p>3. Найти общее решение уравнения, приведя его к каноническому виду:</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>a) $3u_{xx} + 14u_{xy} + 8u_{yy} = 0$;</p> <p>b) $4u_{xx} + 20u_{xy} + 25u_{yy} + 4u_x + 10u_y = 0$.</p> <p>4. Поставить задачу об обтекании неподвижного бесконечного цилиндра, если на бесконечности скорость жидкости равна v_0.</p> <p>5. Решить задачу Коши</p> <p>a) $u_{xx} + 2\cos x u_{xy} - \sin^2 x u_{yy} - \sin x u_y = 0$, $u _{y=\sin x} = x + \cos x$, $u_y _{y=\sin x} = \sin x$;</p> <p>b) $u_{tt} = 4\Delta u + xe^t \cos(3y + 4z)$, $u _{t=0} = xy \cos z$, $u_t _{t=0} = yze^x$;</p> <p>c) $8u_t = u_{xx} + u_{yy} + 1$, $u _{t=0} = e^{-(x-y)^2}$.</p> <p>6. Решить задачу Штурма--Лиувилля: $y'' - 2y' + \lambda y = 0$, $y(0) = y'(2) = 0$;</p> <p>Записать соотношение ортогональности для собственных функций задачи.</p> <p>7. Решить смешанную задачу $u_{tt} = u_{xx}$, $0 < x < \pi$, $t > 0$, $u(0, t) = t^2$, $u(\pi, t) = t^2$, $u(x, 0) = \sin x$, $u_t(x, 0) = 0$.</p> <p>8. Найти колебания струны с закрепленными краями, помещенной в среду с сопротивлением, пропорциональным скорости движения. Начальные скорости равны нулю, а первоначальное отклонение задается выражением $u(x, 0) = \begin{cases} Ax, & 0 < x < l/2; \\ A(l-x), & l/2 < x < l. \end{cases}$</p> <p>9. Решить уравнение колебаний в области, представляющей собой клин, радиуса b, угол раствора которого равен $\pi/3$, если заданы однородные граничные условия второго рода, а также начальные скорость и отклонение.</p> <p>10. Между двумя полыми цилиндрами бесконечной длины находится вязкая жидкость. В момент времени $t = 0$ внутренний цилиндр начинает вращаться с угловой скоростью $\omega = \text{const}$. Определить скорость движения жидкости.</p> <p>11. Найти условие, при соблюдении которого в круге $x^2 + y^2 = r^2 < b^2$ правильно поставлена задача Неймана $\Delta u(x, y) = 0, \quad 0, r < b, \quad \frac{\partial u}{\partial r} \Big _{r=b} = 2xy \Big _{r=b};$</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>12. Решить задачу Штурма--Лиувилля: $xy'' + y' + \lambda y = 0, \quad y'(0) = 0, \quad y(2) = 0.$</p> <p>13. Вычислить $\int x^2 J_1(x) dx.$</p> <p>14. Найти лапласовское изображение функции $e^{-t} J_1(t)$.</p> <p>15. Вычислить интеграл $\int_0^{\infty} \frac{J_1(t) \cos t}{t} dt.$</p> <p>16. Вычислить $\int_0^{\pi} (\sin^2 \theta + 5) P_n(\cos \theta) \sin \theta d\theta.$</p> <p>17. Функцию $y = x^2$ разложить в ряд Дини на интервале $]0, \pi[$ при $\nu = 0$.</p>
4.	Экзамен	<p>Список вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гамма-функция Эйлера. Определение, рекуррентное соотношение, формула дополнения. 2. Гамма-функция Эйлера. Определение, асимптотика, график. 3. Бета-функция и её связь с гамма-функцией. 4. Основные и обобщенные функции. Свойства обобщенных функций. 5. Линейные уравнения в частных производных I порядка. Характеристическая система и ее первые интегралы. 6. Задача Коши для квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка. 7. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Уравнения гиперболического типа. 8. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Уравнения параболического типа. 9. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Уравнения эллиптического типа 10. Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных. Уравнение колебаний струны. 11. Уравнение колебаний струны. Начальные условия.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>12. Уравнение колебаний струны. Граничные условия первого рода.</p> <p>13. Уравнение колебаний струны. Граничные условия второго рода.</p> <p>14. Уравнение колебаний струны. Граничные условия третьего рода.</p> <p>15. Задача Коши для одномерного однородного волнового уравнения. Формула Даламбера.</p> <p>16. Самосопряженный вид дифференциального уравнения. Задача Штурма-Лиувилля для линейных дифференциальных уравнений второго порядка.</p> <p>17. Свойства собственных функций и собственных значений задачи Штурма-Лиувилля.</p> <p>18. Смешанная задача для одномерного однородного волнового уравнения.</p> <p>19. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя первого рода $J_\nu(x)$.</p> <p>20. Функции Бесселя первого рода $J_\nu(x)$ и их свойства. Общее решение уравнения Бесселя для $\nu \neq n$.</p> <p>21. Функции Бесселя второго рода $N_\nu(x)$ и их свойства. Общее решение уравнения Бесселя для произвольных ν.</p> <p>22. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя. Функции Бесселя полуцелого индекса.</p> <p>23. Асимптотика и графики функций Бесселя первого и второго рода.</p> <p>24. Модифицированные функции Бесселя первого и второго рода.</p> <p>25. Асимптотика и графики модифицированных функций Бесселя первого и второго рода.</p> <p>26. Задача Штурма—Лиувилля для уравнения Бесселя. (Задача 1).</p> <p>27. Задача Штурма—Лиувилля для уравнения Бесселя. (Задача 2).</p> <p>28. Ряды Фурье—Бесселя и Дини.</p> <p>29. Уравнение теплопроводности. Типы граничных условий.</p> <p>30. Уравнение Лапласа. Основные краевые задачи для уравнения Лапласа.</p> <p>31. Первая краевая задача для уравнения Лапласа в круге.</p> <p>32. Разделение переменных в уравнении Лапласа в цилиндрической системе координат.</p> $\Delta u = 0, u _{r=a} = f_1(z), u _{z=0} = u _{z=h} = 0$ <p>33. Разделение переменных в уравнении Лапласа в цилиндрической системе координат.</p> $\Delta u = 0, u _{r=a} = 0, u _{z=0} = f_2(r), u _{z=h} = f_3(r)$

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p style="text-align: center;">Пример экзаменационного билета: Томский политехнический университет Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулируйте и решите задачу Штурма—Лиувилля для уравнения Бесселя. 2. Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных. Поперечные колебания струны. Граничные и начальные условия. 3. На струну длиной l действует внешняя возмущающая сила, плотность которой равна $A \sin \omega t$ (ω не совпадает с собственными частотами струны). Найти закон колебаний струны, если начальные отклонения и скорости равны нулю, левый конец струны закреплен, а правый свободен.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Контрольная работа	<p>Оценка «отлично» выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.</p> <p>Оценка «хорошо», если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.</p> <p>Оценка «удовлетворительно», если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно», если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.</p>
2.	Защита ИДЗ	<p>Защита индивидуального задания выполняется в виде устного ответа на вопросы преподавателя.</p> <p>Оценка «отлично» ставится, если индивидуальное домашнее задание выполнено верно, в соответствии с заданием и требованиями действующего стандарта, студент обнаруживает понимание материала, на вопросы даны верные и полные ответы;</p> <p>Оценка «хорошо» - работа выполнена в полном объеме, но допущены ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» - работа выполнена в полном объеме, сделаны правильные выводы, однако, имеются некоторые нарушения требований по оформлению или в решении заданий. После указания преподавателя данные недочеты устранены. При этом студент не умеет</p>

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		<p>достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» - при выполнении задания обучающимся допущены существенные ошибки по содержанию учебного материала, работа выполнена с нарушением требований действующего стандарта, в расчетах или выводах допущены грубые ошибки, студент допускает ошибки в формулировке определений и правил на контрольные вопросы даны не верные ответы.</p>
3.	Экзамен	<p>Оценка «отлично» выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета в соответствии с требованиями, предъявляемыми программой; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка.</p> <p>Оценка «хорошо» выставляется студенту в случае, когда содержание ответа, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым к оценке «отлично», т. е. даны полные правильные ответы на вопросы экзаменационного билета с соблюдением логики изложения материала, но при ответе допущены небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера</p> <p>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, не показавшему знания в полном объеме, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа и сформулировать свою позицию. При этом хотя бы по одному из вопросов ошибки не должны иметь принципиального характера.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не дал ответа хотя бы на один вопрос экзаменационного билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих.</p>