

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

Протокол № 2 от 8 сентября 201 8 г.

Автор: Ридель Валерий Вольдемарович, д.ф.-м.н.

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Математическое моделирование

Уровень ВО: *Специалитет*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *3*

Специальность: *23.05.03 Подвижной состав железных дорог (ПСс)*

Специализация: *Все специализации*

Москва

Тема: «Математические модели в виде обыкновенных дифференциальных уравнений»

Задание 1.1. Построить математическую модель механической системы, состоящей из пружины с жесткостью k , один конец которой жестко закреплен, а на другом находится тело массой m . Тело скользит по горизонтальному стержню: коэффициент вязкого сопротивления μ . Смещение тела из положения равновесия равно x_0 .

Найти:

- а) амплитуду, частоту и период свободных колебаний механической системы;
- б) частоту и период затухающих колебаний системы;
- в) уравнение огибающей кривой колебаний;
- г) смещение, скорость и ускорение тела в момент времени t для затухающих колебаний.

Построить графики смещения свободных и затухающих колебаний системы в зависимости от времени.

- 1.1. $k = 94$ н/м, $m = 0,6$ кг, $\mu = 0,52$, $x_0 = 0.10$ м, $t_1 = 2,5$ с;
- 1.2. $k = 96$ н/м, $m = 0,7$ кг, $\mu = 0,56$, $x_0 = 0.12$ м, $t_1 = 2$ с;
- 1.3. $k = 98$ н/м, $m = 0,8$ кг, $\mu = 0,58$, $x_0 = 0.14$ м, $t_1 = 3$ с;
- 1.4. $k = 100$ н/м, $m = 0,9$ кг, $\mu = 0,6$, $x_0 = 0.10$ м, $t_1 = 3,5$ с;
- 1.5. $k = 102$ н/м, $m = 1$ кг, $\mu = 0,62$, $x_0 = 0.11$ м, $t_1 = 4,5$ с;
- 1.6. $k = 104$ н/м, $m = 1,1$ кг, $\mu = 0,64$, $x_0 = 0.13$ м, $t_1 = 4$ с;
- 1.7. $k = 106$ н/м, $m = 1,2$ кг, $\mu = 0,66$, $x_0 = 0.09$ м, $t_1 = 5$ с;
- 1.8. $k = 108$ н/м, $m = 1,3$ кг, $\mu = 0,68$, $x_0 = 0.15$ м, $t_1 = 3,5$ с;
- 1.9. $k = 110$ н/м, $m = 1,4$ кг, $\mu = 0,7$, $x_0 = 0.10$ м, $t_1 = 4$ с;
- 1.10. $k = 112$ н/м, $m = 1,6$ кг, $\mu = 0,72$, $x_0 = 0.14$ м, $t_1 = 5$ с.

Задание 1.2. Подводная лодка водоизмещением V движется горизонтально со скоростью v на глубине H от поверхности моря. Средняя плотность лодки ρ_1 . В момент $t_0 = 0$ лодка начинает всплытие. Сопротивлением воды пренебречь.

Определить:

- а) время t_1 , когда лодка всплывет на поверхность моря;
- б) расстояние L , которое пройдет лодка в горизонтальном направлении в момент всплытия;
- в) вертикальную скорость u лодки;
- г) траекторию движения подводной лодки в координатах (l, h) ;
- д) тип соответствующей кривой.

Плотность воды принять равной $\rho_0 = 10^{-3}$ кг/м³. Сделать чертеж.

- 2.1. $V = 1150$ т, $v = 15$ км/ч, $H = 300$ м, $\rho_1 = 0,5 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.2. $V = 1280$ т, $v = 20$ км/ч, $H = 350$ м, $\rho_1 = 0,6 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.3. $V = 1200$ т, $v = 25$ км/ч, $H = 250$ м, $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.4. $V = 1360$ т, $v = 18$ км/ч, $H = 280$ м, $\rho_1 = 0,7 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.5. $V = 1420$ т, $v = 16$ км/ч, $H = 320$ м, $\rho_1 = 0,65 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.6. $V = 1170$ т, $v = 22$ км/ч, $H = 260$ м, $\rho_1 = 0,85 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.7. $V = 1500$ т, $v = 17$ км/ч, $H = 310$ м, $\rho_1 = 0,55 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.8. $V = 1800$ т, $v = 24$ км/ч, $H = 330$ м, $\rho_1 = 0,75 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;
- 2.9. $V = 1600$ т, $v = 19$ км/ч, $H = 340$ м, $\rho_1 = 0,6 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;

2.10. $V = 1700$ т, $v = 25$ км/ч, $H = 280$ м, $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Тема: «Вариационные принципы. Стохастические модели»

Задание 2.1. Пусть заданы координаты точек A и C . Точка B лежит на прямой $y = 0$. Используя вариационные принципы построения математических моделей, найти:

- условие, при котором ломаная ABC имеет наименьшую длину;
- числовое значение этого условия;
- наименьшую длину ломаной ABC .

3.1. $A(-5;10), C(25;15)$;

3.2. $A(5;15), C(30;5)$;

3.3. $A(0;5), C(25;10)$;

3.4. $A(-10;15), C(20;10)$;

3.5. $A(5;10), C(30;15)$;

3.6. $A(-5;5), C(15;15)$;

3.7. $A(-10;5), C(20;15)$;

3.8. $A(0;10), C(25;5)$;

3.9. $A(5;5), C(30;10)$;

3.10. $A(-5;15), C(25;10)$.

Задание 2.2. Провести идентификацию эмпирической математической модели.

А) Предполагается, что процесс описывается одномерным уравнением 2-го порядка

$$W = a_0 + a_1x + a_2x^2, \quad 0 \leq x \leq 10.$$

Б) Предполагается, что процесс описывается одномерным уравнением 3-го порядка

$$W = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 \quad 0 \leq x \leq 10.$$

Считаем, что величина x измеряется точно, а W – с ошибкой ε , имеющей нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией $M(\varepsilon) = 0$, $\sigma^2(\varepsilon) = 1$. Проверить адекватность модели методом Фишера и сравнить модели А) и Б) графически с моделью линейной регрессии.

№ Вар.\ № точки		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	W	22,52	34,5	27,2	38,5	50,8	61,8	60,7	71,9	72,2	83,9	87
1		29,7	33,4	32	44,5	53,3	65	60,4	73,8	85	81	87,8
2		28,9	31,5	50,3	42,1	63,4	58,8	79,3	74,1	93,6	92,6	108,6
3		28,3	22,6	38,2	47	50,9	56	72,4	74,9	86,3	79,9	101,8
4		20,81	33,95	40,39	50,6	59,3	59,7	56,1	86,8	73,9	94,6	97
5		11,4	25,6	31,5	38,4	50,7	52,4	66,3	74,6	78,2	94	95,5
6		21,1	20,7	32,7	40,8	54,6	53,4	66,5	77,7	81,6	88,8	98,3
7		15,7	14,8	21,4	22,3	30,6	32,7	38,4	36,5	39,9	49,4	49,1
8		18,1	25,3	29,4	28,5	32	36,5	47,6	45,2	55	56	65,3
9		12,9	32,25	42	42,8	55	69,6	68,2	89,7	90	105,6	109