

## Задание 11-1. Негармонические колебания

№	Содержание пункта				
Пункт задачи	Критерии	Всего за пункт	Баллы	Оценки	АП
<b>Часть 1</b>					
<b>1.1</b>	<p>Записано, что движение шайбы будет представлять собой незатухающие колебания</p> <p>Записано, что движение шайбы будет равноускоренным</p> <p>Записано уравнение (2)</p> <p>Записано уравнение (3)</p> <p>Записано уравнение (4)</p> <p>Получено уравнение (5)</p>	<b>6</b>	1  1 1 1 1 1		
<b>1.2</b>	<p>Указан <math>\sin \alpha</math> или <math>tga</math> угла наклона желоба</p> <p>Результаты измерений (оценивается по данным занесённым в таблицу 1). В том числе:</p> <p>За количество экспериментальных точек: 1 – 3 точки / 4 – 6 точек / 7-9 точек/ 10 и более точек</p> <p>За количество повторных измерений: 1 – 2 изм./3 – 4изм./ 5 и более измерений</p> <p>Все экспериментальные значения указаны с верным количеством значащих цифр</p> <p>Интервал значений <math>A_0</math>: 10 – 45см и более</p>	<b>5</b>	1  0/0,5/1/2  0/0,5/1 0,5  0,5		
<b>1.3</b>	<p>Вычислены значения <math>\sqrt{A_0}</math></p> <p>Построен график зависимости <math>T(\sqrt{A_0})</math> в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-указано наименование осей и единицы измерения, оси масштабированы и оцифрованы</li> <li>-нанесены эксперим. точки и нет «лишних» точек</li> <li>-построена усредняющая прямая</li> <li>- усредняющая прямая возрастающая.</li> </ul> <p>(Таблица 3 не обязательна)</p> <p>Определён угловой коэф. наклона усредняющей прямой с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Определена абсолютная погрешность углового коэф. наклона усредняющей прямой с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Определено свободное слагаемое с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Определена абсолютная погрешность свободного слагаемого с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Указано, что если коэффициенты линеаризованной зависимости на основе эксперимента совпадут с точностью до погрешности со значением коэффициентов в уравнении (5), то модель движения шайбы по гладкой V-образной поверхности можно применять к колебаниям шарика по V-образному желобу, в противном случае – нельзя. (Может быть приведён другой критерий применимости модели)</p>	<b>16</b>	1  0,5  0,5 1 1  1/2  0,5/1  1/2  0,5/1  1		

	<p>Определено среднее значение коэффициента пропорциональности в уравнении (5) <math>a_{(5)} = 4 \sqrt{\frac{2}{g \sin \alpha}}</math> с верным количеством значащих цифр</p> <p>Записано уравнение и вычислена относит. погр. <math>\varepsilon_{a_{(5)}}</math> Записано уравнение и вычислена абсолют. погр. <math>\Delta a_{(5)}</math></p> <p>Сделан вывод о том, что модель движения шайбы по гладкой V-образной поверхности нельзя применять к колебаниям шарика по V-образному желобу. Приведено обоснование вывода</p>		1  0,5+0,5 0,5+0,5  1  1		
	<b>Часть 2</b>				
<b>2.1</b>	<p>Результаты измерений (оценивается по данным занесённым в таблицу 4). В том числе: За количество экспериментальных точек: 1 – 3 точки / 4 – 6 точек / 7-9 точек/ 10 и более точек За количество повторных измерений: 1 – 2 изм./3 – 4изм./ 5 и более измерений Все экспериментальные значения указаны с верным количеством значащих цифр Интервал значений амплитуд: 10 – 45см и более</p>	<b>4</b>	0/0,5/1/2  0/0,5/1 0,5  0,5		
<b>2.2</b>	<p>Записано уравнение (6) Составлена таблица значений <math>A_i(A_{i+1})</math>.</p> <p>Построен график зависимости <math>A_i(A_{i+1})</math> в том числе: -указано наименование осей и единицы измерения, оси масштабированы и оцифрованы -нанесены эксперим. точки и нет «лишних» точек -построена усредняющая прямая - усредняющая прямая возрастающая</p> <p>Сделан вывод, что уравнение (1) применимо для колебаний шарика по V-образному желобу Приведено обоснование вывода</p> <p>Определён декремент затухания как угловой коэф. наклона усредняющей прямой с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Определена абсолютная погрешность декремента затухания с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p><i>Таблица 5 не обязательна</i> Записано уравнение и вычислена относит. погр. <math>\varepsilon_D</math></p>	<b>11</b>	1 1  0,5  0,5 1 1  1 1  1/2  0,5/1  0,5+0,5		
<b>2.3</b>	Записан результат $D = \langle D \rangle \pm \Delta D$ , с верным округлением и количеством значащих цифр	<b>1</b>	1		
	<b>Часть 3</b>				
<b>3.1</b>	<p>Получено уравнение (7) или аналогичное (в том числе приведён вывод уравнения (7) или текстовое пояснение) Составлено уравнение (8)</p>	<b>7</b>	3 (2)  1		

	Записано уравнение (9) Записано уравнение (10) Получено уравнение (11)		1 1 1		
<b>3.2</b>	Результаты измерений (оценивается по данным занесённым в таблицу 6). В том числе: За количество экспериментальных точек: 1 – 3 точки / 4 – 6 точек / 7-9 точек/ 10 и более точек За количество повторных измерений: 1 – 2 изм./3 – 4изм./ 5 и более измерений Все экспериментальные значения указаны с верным количеством значащих цифр Интервал значен. высоты желоба $h$ : 20 – 160мм и более	<b>4</b>	0/0,5/1/2  0/0,5/1 0,5  0,5		
<b>3.3</b>	Вычислены значения $\frac{1}{\sqrt{\sin \alpha}}$ Построен график зависимости $T \left( \frac{1}{\sqrt{\sin \alpha}} \right)$ в том числе: -указано наименование осей и единицы измерения, оси масштабированы и оцифрованы -нанесены эксперим. точки и нет «лишних» точек -построена усредняющая прямая - усредняющая прямая экстраполируется в начало координат Указан интервал углов (или интервал $\sin \alpha$ ) для которых выполняется уравнение (11) Приведено обоснование вывода	<b>6</b>	1  0,5 0,5 1 1  1  1		
	<b>Всего за задачу</b>	<b>60</b>			

\*) Оценка за применение МНК выставляется только, если для вычисления соответствующих величин указаны необходимые уравнения (уравнения достаточно указать только один раз, к примеру, в п. 1.3).

- Оценка за вычисление значений физических величин (в том числе абсолютных погрешностей), запись окончательного результата снижается на 50%, если не указаны или неверно указаны единицы измерения

№	Содержание пункта				
Пункт задачи	Критерии	Всего за пункт	Баллы	Оценки	АП
<b>Часть 1</b>					
1.1	Сделан рисунок Получено уравнение (1) Получено уравнение (2)	3	1 1 1		
1.2	Результаты измерений (оценивается по данным занесённым в таблицу 1). В том числе: За количество экспериментальных точек: 1 – 3 точки / 4 – 6 точек / 7-9 точек/ 10 и более точек Все экспериментальные значения указаны с верным количеством значащих цифр Интервал расстояния $l_j$ : 10 – 50см и более Указано, что уравнение (2) является линеаризованным Построен график зависимости $D(l_j)$ в том числе: -указано наименование осей и единицы измерения, оси масштабированы и оцифрованы -нанесены эксперим. точки и нет «лишних» точек -построена усредняющая прямая - усредняющая прямая возрастающая.	7	0/0,5/1/2 0,5 0,5 1 0,5 0,5 1 1		
1.3	Записано уравнение (3)  Определён угловой коэф. наклона усредняющей прямой с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК* Определена абсолютная погрешность углового коэф. наклона усредняющей прямой с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК* Определено свободное слагаемое с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК* Определена абсолютная погрешность свободного слагаемого с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК* Записано уравнение (4) и вычислено $\langle F_p \rangle$ Записано уравнение (5) и вычислено значение Записано уравнение (6) и вычислено значение  Записан результат $F_p = \langle F_p \rangle \pm \Delta F_p$ , $\delta = \langle \delta \rangle \pm \Delta \delta$ с верным округлением и количеством значащих цифр	12	1 1/2 0,5/1 1/2 0,5/1 0,5+0,5 0,5+0,5 0,5+0,5 1+1		
<b>Часть 2</b>					
2.1	Сделан рисунок Записано уравнение (8) Получено уравнение (9)	3	1 1 1		
2.2	Результаты измерений (оценивается по данным занесённым в таблицу 2). В том числе: За количество экспериментальных точек: 1 – 3 точки / 4 – 6 точек / 7-9 точек/ 10 и более точек	7	0/0,5/1/2		

	<p>Все экспериментальные значения указаны с верным количеством значащих цифр</p> <p>Интервал расстояния <math>l_2</math>: 10 – 50см и более</p> <p>Указано, что уравнение (9) является линейризованным</p> <p>Построен график зависимости <math>f_1(l_2)</math> в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-указано наименование осей и единицы измерения, оси масштабированы и оцифрованы</li> <li>-нанесены эксперим. точки и нет «лишних» точек</li> <li>-построена усредняющая прямая</li> <li>- усредняющая прямая убывающая.</li> </ul>		0,5		
			0,5		
			1		
			0,5		
			0,5		
			1		
			1		
<b>2.3</b>	<p>Записано уравнение (10)</p> <p>Определено свободное слагаемое с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Определена абсолютная погрешность свободного слагаемого с верным колич. знач. цифр посредством ПГО/МНК*</p> <p>Записано уравнение (11) и вычислено <math>\langle F_c \rangle</math></p> <p>Записано уравнение (12) и вычислено значение</p> <p>Записано уравнение (13) и вычислено значение</p> <p>Записан результат <math>F_c = \langle F_c \rangle \pm \Delta F_c</math>, с верным округлением и количеством значащих цифр</p>	<b>8</b>	1		
			1/2		
			0,5/1		
			0,5+0,5		
			0,5+0,5		
			0,5+0,5		
			1		
	<b>Часть 3</b>				
<b>3.1</b>	Сделан рисунок 3	<b>1</b>	1		
<b>3.2</b>	Сделан рисунок 4 Получено уравнение (15)	<b>2</b>	1 1		
<b>3.3</b>	Записано значение $F_c$ с указанием абсолютной погр.	<b>1</b>	0,5+0,5		
<b>3.4</b>	Записано значение $f_3$ с указанием абсолютной погр. Значение $f_3 < F_c$	<b>1,5</b>	0,5+0,5 0,5		
<b>3.5</b>	<p>Указано, что в соответствии с п. 3.2 должно быть <math>f_3 &gt; F_c</math>, а в действительности получено <math>f_3 &lt; F_c</math></p> <p>Дано объяснение результатов на основе свойств параксиальных лучей</p> <p>Указано, что для верного построения хода лучей необходимо учитывать параметры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-диаметр пучка</li> <li>-радиусы поверхностей линзы</li> <li>-толщину линзы в центре</li> <li>-показатель преломления линзы</li> <li>- угол падения лучей на поверхность линзы</li> </ul> <p><i>Могут быть указаны другие параметры влияющие на ход лучей</i></p>	<b>4,5</b>	1  1  0,5 0,5 0,5 0,5 0,5		
	<b>Всего за задачу</b>	<b>50</b>			

\*) Оценка за применение МНК выставляется только, если для вычисления соответствующих величин указаны необходимые уравнения (уравнения достаточно указать только один раз, к примеру, в п. 1.3).

- Оценка за вычисление значений физических величин (в том числе абсолютных погрешностей), запись окончательного результата снижается на 50%, если не указаны или неверно указаны единицы измерения