

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



И.В. Баранов, В.А. Самолетов, В.Л. Частый

**ФИЗИКА**  
**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**  
Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2012

УДК 530

**Баранов И.В., Самолетов В.А., Частый В.Л.** Физика. Контрольная работа № 1: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 28 с.

Приведены 30 вариантов контрольной работы по разделу «Механика» дисциплины «Физика» и предложены 70 задач для ее выполнения. Каждый вариант состоит из семи задач.

Контрольные задания предназначены для самостоятельной работы студентов бакалавриата направлений: 140700; 141200; 151000; 220700; 240700; 241000; 260100; 260200 заочной формы обучения.

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. О.В. Волкова**

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2012

© Баранов И.В., Самолетов В.А., Частый В.Л., 2012

## ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

Вариант контрольной работы выбирается из таблицы по двум последним цифрам номера зачетной книжки (шифра).

Например, номер зачетной книжки 113859. Последние две цифры номера 5 и 9. По ним выбираем в таблице вариант со следующими задачами: 109; 111; 123; 135; 147; 159; 161.

Номер варианта		Номер задачи						
Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Последняя цифра номера зачетной книжки							
0, 1, 2, 3	1	101	112	123	134	145	156	167
	2	102	113	124	135	146	157	168
	3	103	114	125	136	147	158	169
	4	104	115	126	137	148	159	170
	5	105	116	127	138	149	160	161
	6	106	117	128	139	150	151	162
	7	107	118	129	140	141	152	163
	8	108	119	130	131	142	153	164
	9	109	120	121	132	143	154	165
	0	110	111	122	133	144	155	166
4, 5, 6	1	101	113	125	137	149	151	163
	2	102	114	126	138	150	152	164
	3	103	115	127	139	141	153	165
	4	104	116	128	140	142	154	166
	5	105	117	129	131	143	155	167
	6	106	118	130	132	144	156	168
	7	107	119	121	133	145	157	169
	8	108	120	122	134	146	158	170
	9	109	111	123	135	147	159	161
	0	110	112	124	136	148	160	162
7, 8, 9	1	101	114	127	140	143	156	169
	2	102	115	128	131	144	157	170
	3	103	116	129	132	145	158	161
	4	104	117	130	133	146	159	162
	5	105	118	121	134	147	160	163
	6	106	119	122	135	148	151	164
	7	107	120	123	136	149	152	165
	8	108	111	124	137	150	153	166
	9	109	112	125	138	141	154	167
	0	110	113	126	139	142	155	168

## ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

### Кинематика материальной точки

**101.** Точка движется по окружности радиусом  $R = 1,20$  м. Уравнение движения точки имеет вид:  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 0,500$  рад/с,  $B = 2,50$  рад/с<sup>3</sup>. Определить тангенциальное  $a_\tau$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорение точки в момент времени  $t = 0,954$  с.

**102.** Тело брошено со скоростью  $v_0 = 50,0$  м/с под углом  $\alpha = 40,0^\circ$  к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить для момента времени  $t = 5,40$  с после начала движения нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_\tau$  ускорение.

**103.** Определить скорость  $v$  и полное ускорение  $a$  точки в момент времени  $t = 1,38$  с, если она движется по окружности радиусом  $R = 1,76$  м согласно уравнению  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 6,47$  рад/с,  $B = -1,84$  рад/с<sup>3</sup>.

**104.** Тело брошено горизонтально со скоростью  $v_0 = 8,71$  м/с с башни, высота которой  $H = 35,0$  м. Определить радиус кривизны траектории  $R$  в момент времени  $t = 0,50$  с после начала движения и дальность полета тела  $S$  в момент его падения на Землю.

**105.** Точка движется по окружности с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 3,00$  рад/с. Определить радиус окружности, если к концу первой секунды после начала движения полное ускорение точки  $a = 7,50$  м/с.

**106.** Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту,  $v_0 = 8,00$  м/с. Через  $t_1 = 0,500$  с после начала движения его скорость стала равна  $v_1 = 6,00$  м/с. Под каким углом  $\alpha$  к горизонту брошен камень?

**107.** Точка движется по окружности радиусом  $R = 8,00$  м. В момент времени  $t_1$  нормальное ускорение точки  $a_n = 4,00$  м/с<sup>2</sup>, а вектор полного ускорения  $\vec{a}$  образует с вектором нормального ускорения  $\vec{a}_n$  угол  $\alpha = 50,0^\circ$ . Найти скорость  $v$  и тангенциальное ускорение  $a_\tau$  точки в этот момент времени  $t_1$ .

**108.** Пуля выпущена с начальной скоростью  $v_0 = 158$  м/с под углом  $\alpha = 40,0^\circ$  к горизонту. Определить наибольшую высоту подъема  $H$  и дальность полета  $S$  пули. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**109.** Диск, радиус которого равен 30,0 см, вращается так, что точка, лежащая на его краю, имеет линейную скорость, меняющуюся по закону  $v = At^2 + Bt^3$ , где  $A = 4,00$  м/с<sup>3</sup>,  $B = 12,0$  м/с<sup>4</sup>. Определить величину полного ускорения  $\vec{a}$  данной точки и угловое ускорение  $\varepsilon$  диска при  $t = 0,450$  с.

**110.** Камень, брошенный горизонтально с высоты  $h = 2,00$  м над Землей, упал на расстоянии  $\ell = 7,00$  м от места бросания (считая по горизонтали). Найти начальную  $v_0$  и конечную  $v$  скорости камня.

### Динамика материальной точки

**111.** Брусок массой  $m = 50,0$  кг начинает двигаться по горизонтальной плоскости под действием горизонтальной силы  $F = 25,0$  Н. Найти коэффициент трения скольжения  $\mu$ , если через время  $t = 5,00$  с после начала движения модуль скорости бруска  $v = 0,500$  м/с.

**112.** К телу массой  $m = 40,0$  кг, скользящему по горизонтальной плоскости, прикладывается сила  $F = 60,0$  Н, направленная вниз под углом  $\alpha = 30,0^\circ$  к плоскости. Коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,100$ . Определить модуль ускорения  $a$ , с которым будет двигаться тело.

**113.** Груз массой  $m = 45,0$  кг перемещается по горизонтальной плоскости равномерно под действием силы  $F = 29,4$  Н, направленной вверх под углом  $\alpha = 40,0^\circ$  к плоскости. Определить коэффициент трения скольжения  $\mu$ .

**114.** Два груза массой  $m_1 = 0,980$  кг и  $m_2 = 0,200$  кг связаны невесомой и нерастяжимой нитью и лежат на гладком столе. К левому грузу  $m_1$  приложена сила  $F_1 = 5,30$  Н, направленная в сторону от правого груза  $m_2$ . К правому грузу в противоположном направлении приложена сила  $F_2 = 2,90$  Н. Найти ускорение и силу натяжения нити  $T$  при движении грузов (трением пренебречь).

**115.** К телу массой  $m = 16,5$  кг приложена сила  $F = 65,4$  Н. Плоскость составляет с горизонтом угол  $\alpha = 15,0^\circ$ . Сила, приложен-

ная к телу, направлена вверх вдоль наклонной плоскости. С каким ускорением  $a$  и в какую сторону будет двигаться тело, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,100$ ?

**116.** Локомотив массой  $m = 50,0$  т тянет за собой два вагона массой  $m_1 = 40,0$  т каждый с постоянной скоростью  $v$ . Найти силу тяги  $F$  двигателя локомотива и силы  $F_1, F_2$  в точках сцепления, действующие на каждый вагон, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 50,0 \cdot 10^{-3}$ .

**117.** Тело массой  $m = 10,0$  кг поднимают с силой  $F = 150$  Н по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 20,0^\circ$  с горизонтом. Сила, приложенная к телу, направлена горизонтально. С каким ускорением  $a$  будет двигаться тело, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,300$ ?

**118.** Автомобиль движется прямолинейно вдоль оси  $X$  так, что уравнение его движения имеет вид  $x = 2,00 t + 0,600 t^2$  м, где  $t$  – время, с. Найти силу тяги  $F$  двигателя автомобиля, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,100$ , а масса автомобиля  $m = 3,00$  т.

**119.** Тело массой  $m = 10,0$  кг поднимают с силой  $F = 139$  Н по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 40,0^\circ$  с горизонтом. Эта сила приложена к телу под углом  $\beta = 60,0^\circ$  относительно горизонта и направлена вверх. С каким ускорением  $a$  будет двигаться тело, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,300$ ?

**120.** Тело соскальзывает по гладкой наклонной плоскости ( $\mu = 0$ ) длиной  $\ell = 10,0$  м за время  $t = 1,60$  с. Какой угол  $\alpha$  в градусах составляет данная плоскость с горизонтом?

### Соударение тел

**121.** При горизонтальном полете со скоростью  $v = 250$  м/с снаряд массой  $m = 8,00$  кг разорвался на две части. Большая часть массой  $m_1 = 6,00$  кг получила скорость  $u_1 = 400$  м/с в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости  $\vec{u}_2$  меньшей части снаряда.

**122.** Шар массой  $m_1 = 1,00$  кг движется со скоростью  $v_1 = 2,00$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 2,00$  кг, движущимся ему навстречу со скоростью  $v_2 = 3,00$  м/с. Каковы скорости  $u_1$

и  $u_2$  шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим прямым центральным.

**123.** Снаряд, летевший со скоростью  $v = 400$  м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40 % от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью  $u_1 = 150$  м/с. Определить скорость  $u_2$  большего осколка.

**124.** Шар массой  $m_1 = 5,00$  кг движется со скоростью  $v_1 = 1,00$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 2,00$  кг. Найти скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Удар абсолютно упругий прямой центральный.

**125.** В деревянный шар массой  $m_1 = 8,00$  кг, подвешенный на нити длиной  $\ell = 1,80$  м, попадает горизонтально летящая пуля массой  $m_2 = 4,00$  г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол  $\alpha = 3,00^\circ$ ?

**126.** Шар массой  $m_1 = 1,00$  кг движется со скоростью  $v_1 = 3,50$  м/с, догоняет шар массой  $m_2 = 2,00$  кг, движущийся в том же направлении со скоростью  $v_2 = 1,00$  м/с, и сталкивается с ним. Каковы скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим прямым центральным.

**127.** Шар массой  $m_1 = 3,00$  кг движется со скоростью  $v_1 = 2,00$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 5,00$  кг. Какая работа  $A$  будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим прямым центральным.

**128.** Движущийся шар массой  $m_1$  ударяется о неподвижный шар массой  $m_2$ . Каким должно быть отношение масс  $m_1/m_2$ , чтобы при центральном абсолютно упругом ударе скорость первого шара уменьшилась в 1,50 раза и оба шара двигались в одном направлении?

**129.** Шар массой  $m_1 = 5,00$  кг ударяется о неподвижный шар массой  $m_2 = 2,50$  кг, который после удара стал обладать кинетической энергией  $E'_{к2} = 5,00$  Дж. Считая удар центральным и абсолютно упругим, найти для первого шара кинетическую энергию до удара  $E_{к1}$  и после удара  $E'_{к1}$ .

**130.** Движущийся шар массой  $m_1 = 200$  г ударяется о неподвижный шар массой  $m_2 = 400$  г. Считать удар абсолютно упругим

прямым центральным. Какую часть кинетической энергии  $E_{к1}$  первый шар передает второму?

### Работа силы. Закон сохранения энергии

**131.** Какую надо совершить работу  $A$ , чтобы пружину жесткостью  $k = 800$  кН/м, сжатую на  $\Delta\ell_1 = 6,00$  см, дополнительно сжать на  $\Delta\ell_2 = 8,00$  см?

**132.** Тело массой  $m = 10,0$  кг скользит вниз по наклонной плоскости с углом у основания  $\alpha = 40,0^\circ$ . Высота наклонной плоскости  $h = 11,0$  м. Найти кинетическую энергию тела у основания и потери механической энергии, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,150$ . Перед началом движения тело находилось на вершине в состоянии покоя.

**133.** При сжатии невесомой пружины в пистолете была совершена работа  $A = 0,120$  Дж. Затем из пружинного пистолета был произведен выстрел пулей массой  $m_2 = 8,00$  г. Определить максимальную силу  $F_{\max}$ , прикладываемую для сжатия пружины, и скорость  $v$  пули при ее вылете из пистолета. Коэффициент жесткости пружины  $k = 150$  Н/м.

**134.** Груз массой  $m = 10,0$  кг перемещают с постоянным ускорением вверх по наклонной плоскости с углом у основания  $\alpha = 40,0^\circ$  на расстояние  $S = 2,00$  м. Найти работу, совершаемую при перемещении груза, если время движения  $t = 2,50$  с, а коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,150$ . Перед началом движения груз находился в состоянии покоя.

**135.** Какую работу  $A$  необходимо произвести, чтобы телеграфный столб массой  $m_1 = 200$  кг, к вершине которого прикреплена крестовина массой  $m_2 = 30,0$  кг, перевести из горизонтального положения в вертикальное? Длина столба  $L = 10,0$  м.

**136.** Тело массой  $m = 2,00$  кг под действием силы  $F = 50,0$  Н поднимается по наклонной плоскости с углом у основания  $\alpha = 30,0^\circ$  на высоту  $h = 1,00$  м. Направление силы  $F$  совпадает с направлением движения тела. Коэффициент трения тела скольжения  $\mu = 0,200$ . Определить величину совершаемой работы  $A$ . Найти скорость  $v$  тела в момент окончания подъема.



**137.** Тело массой  $m = 5,00$  кг поднимают вертикально вверх на высоту  $h = 10,0$  м под действием силы  $F = 120$  Н. Найти конечную скорость  $v$  тела, используя закон сохранения энергии.

**138.** На тонкой невесомой нити длиной  $L = 1,00$  м висит груз массой  $m = 2,00$  кг. Какую начальную скорость  $v_0$  надо сообщить грузу, чтобы он смог сделать полный оборот?

**139.** На тонком невесомом стержне длиной  $\ell = 1,00$  м висит груз массой  $m = 2,00$  кг. Какую начальную скорость  $v_0$  надо сообщить грузу, чтобы он смог сделать полный оборот?

**140.** Автомобиль, двигаясь равноускоренно из состояния покоя развивает скорость  $v_2 = 54,0$  км/ч. Найти отношение работы  $A_1$ , совершаемой двигателем автомобиля при разгоне из состояния покоя до  $v_1 = 27,0$  км/ч, к работе  $A_2$ , затраченной на увеличение скорости от  $v_1$  до  $v_2$ . Силами трения и сопротивления пренебречь.

### Вращение твердого тела

**141.** Тонкостенный цилиндр, масса которого  $m = 12,0$  кг, а диаметр основания  $d = 30,0$  см, вращается согласно уравнению  $\varphi = A + Bt + Ct^3$ , где  $A = 4,00$  рад;  $B = -2,00$  рад/с;  $C = 0,20$  рад/с<sup>3</sup>. Определить действующий на цилиндр момент сил  $M$  в момент времени  $t = 3,00$  с.

**142.** На обод маховика диаметром  $d = 60,0$  см намотан невесомый и нерастяжимый шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 2,00$  кг. Груз, опускаясь, раскручивает маховик. Определить момент инерции  $I$  маховика, если он, вращаясь равноускоренно, за время  $t = 3,00$  с приобрел угловую скорость  $\omega = 9,00$  рад/с.

**143.** Невесомая и нерастяжимая нить с привязанными к ее концам грузами массой  $m_1 = 50,0$  г и  $m_2 = 60,0$  г, соответственно, перекинута через блок диаметром  $d = 4,00$  см. Определить момент инерции  $I$  блока, если он получил угловое ускорение  $\varepsilon = 1,50$  рад/с<sup>2</sup>.

**144.** Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 2,00$  рад;  $B = 0,200$  рад/с<sup>3</sup>. Определить вращающий момент  $M$ , действующий

на стержень через время  $t = 2,00$  с после начала вращения, если момент инерции стержня  $I = 0,048$  кг·м<sup>2</sup>.

**145.** Определить момент силы  $M$ , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой  $n = 12,0$  с<sup>-1</sup>, чтобы он остановился в течение времени  $t = 8,00$  с. Диаметр блока  $d = 30,0$  см. Массу блока  $m = 6,00$  кг считать равномерно распределенной по ободу.

**146.** Блок массой  $m = 0,400$  кг, имеющий форму сплошного диска, вращается под действием силы натяжения невесомой и нерастяжимой нити, к концам которой подвешены грузы массой  $m_1 = 0,300$  кг и  $m_2 = 0,700$  кг. Определить силы  $T_1$  и  $T_2$  натяжения нити по обе стороны блока.

**147.** Однородный стержень длиной  $\ell = 2,00$  м и массой  $m = 0,500$  кг вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня. С каким угловым ускорением  $\varepsilon$  вращается стержень, если вращающий момент  $M = 0,500$  Н·м, а момент силы трения  $M_{\text{тр}} = 0,140$  Н·м.

**148.** Шар массой  $m = 10,0$  кг и радиусом  $R = 20,0$  см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид:  $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ , где  $A = 5,00$  рад;  $B = 4,00$  рад/с<sup>2</sup>;  $C = -0,100$  рад/с<sup>3</sup>. Написать закон изменения момента сил  $M$  от времени с числовыми коэффициентами. Какова величина момента сил  $M$  в момент времени  $t = 2,00$  с?

**149.** Однородный стержень длиной  $\ell = 3,00$  м и массой  $m = 1,50$  кг вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через конец стержня. С каким угловым ускорением  $\varepsilon$  вращается стержень, если вращающий момент  $M = 2,50$  Н·м. Силой трения пренебречь.

**150.** Однородный диск радиусом  $R = 20,0$  см и массой  $m = 5,00$  кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости  $\omega$  от времени задается уравнением  $\omega = A + Bt$ , где  $A = 8,00$  рад/с,  $B = 8,00$  рад/с<sup>2</sup>. Найти величину касательной силы, приложенной к ободу диска, угловое ускорение  $\varepsilon$  и частоту вращения  $n$  диска через  $t = 1,00$  с после начала движения.

## Закон сохранения момента импульса

**151.** Однородный тонкий стержень массой  $m_1 = 0,200$  кг и длиной  $\ell = 1,00$  м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его центр масс. В верхний конец стержня попадает пластилиновый шарик, летящий горизонтально (перпендикулярно оси вращения стержня) со скоростью  $v = 10,0$  м/с, и прилипает к стержню. Масса шарика  $m_2 = 10,0$  г. Определить угловую скорость  $\omega$  системы «стержень–шарик» сразу после взаимодействия.

**152.** Карандаш, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую  $\omega$  и линейную скорости  $v$  будут иметь в конце падения: 1) середина карандаша; 2) его верхний конец? Длина карандаша  $\ell = 15,0$  см.

**153.** На краю платформы в виде диска, вращающегося по инерции вокруг вертикальной оси с частотой  $n_1 = 8,00$  мин<sup>-1</sup>, стоит человек массой  $m_1 = 70,0$  кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой  $n_2 = 10,0$  мин<sup>-1</sup>. Определить массу  $m_2$  платформы. Момент инерции  $I$  человека рассчитывать как для материальной точки.

**154.** Однородный стержень длиной  $\ell = 1,79$  м подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. На какой угол  $\varphi$  необходимо отклонить стержень, чтобы нижний конец стержня при прохождении положения равновесия имел скорость  $v = 5,00$  м/с?

**155.** На краю неподвижной платформы в виде диска диаметром  $d = 2,00$  м и массой  $m_1 = 200$  кг стоит человек массой  $m_2 = 60,0$  кг. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться платформа, если человек поймает летящий на него мяч массой  $m_3 = 0,500$  кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии  $R = 1,50$  м от оси платформы. Скорость мяча  $v = 5,00$  м/с. Момент инерции  $I$  человека рассчитывать как для материальной точки.

**156.** Два горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Диски вращаются в одном направлении с угловыми скоростями  $\omega_1 = 1,57$  рад/с и  $\omega_2 = 3,15$  рад/с. Моменты инерции дисков относительно данной оси

$I_1 = 21,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  и  $I_2 = 16,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . После падения верхнего диска на нижний они начали вращаться как единое целое. Найти угловую скорость вращения дисков.

**157.** В центре вращающейся горизонтальной платформы массой  $m = 80,0 \text{ кг}$  и радиусом  $R = 1,00 \text{ м}$  стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гири. Во сколько раз увеличится кинетическая энергия платформы с человеком, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от  $I_1 = 2,94$  до  $I_2 = 0,980 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ? Считать платформу однородным диском.

**158.** На краю неподвижной платформы в виде диска диаметром  $d = 2,00 \text{ м}$  и массой  $m_1 = 150 \text{ кг}$  стоит человек массой  $m_2 = 80,0 \text{ кг}$ . С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться платформа, если человек толкнет стальной шар массой  $m_3 = 5,00 \text{ кг}$ ? Траектория шара горизонтальна, перпендикулярна радиусу платформы и проходит на расстоянии  $R = 1,30 \text{ м}$  от оси платформы. Скорость шара  $v = 5,00 \text{ м/с}$ . Момент инерции  $I$  человека рассчитывать как для материальной точки.

**159.** Горизонтальная платформа массой  $m = 80,0 \text{ кг}$  и радиусом  $R = 1,00 \text{ м}$  вращается с частотой  $n_1 = 20,0 \text{ об/мин}$ . В центре платформы стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гири. С какой частотой  $n_2$  будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от  $I_1 = 2,94$  до  $I_2 = 0,980 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ? Считать платформу однородным диском.

**160.** Два горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Диски вращаются в противоположных направлениях с угловыми скоростями  $\omega_1 = 3,47 \text{ рад/с}$  и  $\omega_2 = 6,15 \text{ рад/с}$ . Моменты инерции дисков относительно данной оси  $I_1 = 10,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  и  $I_2 = 11,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . После падения верхнего диска на нижний они начали вращаться как единое целое. Найти угловую скорость вращения дисков.

## Специальная теория относительности

**161.** Тело движется с постоянной скоростью  $v$  относительно инерциальной системы отсчета. При каком значении скорости  $v$  длина тела в данной системе отсчета будет в два раза меньше его собственной длины? Чему равна относительная величина сокращения длины тела?

**162.** Ракета движется со скоростью  $v$  относительно инерциальной системы отсчета. При каком значении скорости  $v$  длина ракеты в данной системе отсчета будет на  $\eta = 36\%$  меньше её собственной длины?

**163.** Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы для наблюдателя, мимо которого она движется со скоростью  $v$ , составляющей  $99\%$  скорости света в вакууме  $c$ ?

**164.** Найти полную  $E$  и кинетическую  $E_k$  энергию (в мегаэлектрон-вольтах) электрона, движущегося со скоростью  $v = 0,75c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме ( $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  кг;  $1 \text{ эВ} = 1,60 \cdot 10^{-19}$  Дж).

**165.** Частица движется со скоростью  $v = c/3$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. Найти отношение энергии покоя  $E_0$  к кинетической энергии  $E_k$  частицы.

**166.** При каком значении  $\beta = v/c$ , где  $v$  – скорость движения частицы;  $c$  – скорость света в вакууме, полная энергия  $E$  любой частицы вещества в  $n = 3$  раза больше её энергии покоя  $E_0$ ?

**167.** Найти скорость движения электрона, если его полная энергия  $E$  в 10 раз больше энергии покоя  $E_0$ .

**168.** Скорость электрона  $v = 0,8c$ , где  $c$  – скорость света в вакууме. Зная энергию покоя электрона  $E_0 = 0,511$  МэВ, определить в тех же единицах кинетическую энергию  $E_k$  электрона.

**169.** Во сколько раз полная энергия  $E$  электрона, обладающего кинетической энергией  $E_k = 1,53$  МэВ, больше его энергии покоя  $E_0 = 0,511$  МэВ?

**170.** При каком значении  $\beta = v/c$ , где  $v$  – скорость движения частицы;  $c$  – скорость света в вакууме, кинетическая энергия  $E_k$  частицы будет равна удвоенной энергии покоя  $E_0$  данной частицы?

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### КАК ОФОРМИТЬ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

1. К выполнению контрольных работ следует приступать только после изучения теоретического материала по данному разделу программы и внимательного ознакомления со справочным материалом, который облегчит Вашу работу и сэкономит время.

2. Все контрольные работы, от первой до последней, должны выполняться по методическим указаниям.

3. Каждая контрольная работа выполняется шариковой ручкой с черной, синей или фиолетовой пастой в отдельной школьной тетради. Для замечаний преподавателя, проверяющего работу, оставляют небольшие поля.

4. На лицевой стороне тетради приводятся сведения по следующему образцу:

Контрольная работа № 1  
по дисциплине  
«ФИЗИКА»  
Студент 1-го курса  
направления 141200  
Иванов Н. Н.  
номер зачетной книжки (шифр) 12122

5. Решение каждой задачи должно начинаться с новой страницы и содержать:

- полный текст задачи;
- буквенную запись условия в разделах «Дано» и «Найти»;
- аккуратный рисунок, иллюстрирующий условие и поясняющий решение задачи;
- решение задачи до конца в общем виде;
- окончательный числовой расчет;
- ответ.

Приведенные выше требования должны соблюдаться и при выполнении работы над ошибками с учётом замечаний преподавателя.

6. Внимательно прочитайте условие задачи и проанализируйте, какая информация содержится в условии. Следует иметь в виду, что в

условии задачи каждое слово несет информацию. Если условие задачи допускает несколько вариантов толкования, то следует выбрать простейший вариант, не противоречащий условию.

7. Решение задач следует проводить исключительно в единицах СИ. Необходимо использовать общепринятые обозначения физических величин. Значения физических постоянных взять из приложений (или других справочных пособий).

8. Во всех случаях, когда это возможно, необходимо сделать аккуратный рисунок, иллюстрирующий условие и поясняющий решение задачи. Чертеж делается с помощью карандаша, циркуля и линейки. На чертеже должны быть изображены все векторные величины (силы, импульсы и т. п.), оси координат, расстояния, углы и т. п. Обозначения физических величин на рисунке должны совпадать с обозначениями тех же величин в разделах «Дано» и «Найти».

9. Решение задач необходимо сопровождать подробными пояснениями хода рассуждений. Выполнить анализ физических явлений, рассматриваемых в задаче. Определить законы, описывающие данные явления. Записать словесную формулировку и уравнения, выражающие законы, в обозначениях, принятых в условии задачи. Пояснить буквенные обозначения в формулах. Во избежание ошибок необходимо все параметры, относящиеся к одному и тому же состоянию или к одному и тому же телу, обозначить одним и тем же индексом, например:  $m_1$ ,  $v_1$ ,  $m_2$ ,  $v_2$ ,  $p_1$ ,  $V_1$ ,  $T_1$ .

10. Задачи следует решать до конца в общем виде, не делая промежуточных вычислений (исключение составляют задачи на правила Кирхгофа и особо громоздкие задачи). Получив окончательный буквенный ответ, следует проверить его размерность, подставив единицы входящих физических величин. Если после необходимых преобразований и сокращений единицы в правой и левой частях равенства не совпадают, то надо искать ошибку в решении.

11. В формулах обозначение единицы физической величины следует помещать только после подстановки в формулу числовых значений величин и затем после промежуточных и конечных результатов вычисления. Например:



Правильно:

$$W = mgh = 1,25 \cdot 9,81 \cdot 143 \text{ Дж} = 1,75 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1,75 \text{ кДж}.$$

Неправильно:

$$W = mgh \text{ Дж} = 1,25 \cdot 9,81 \cdot 143 = 1,75 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1,75 \text{ кДж},$$

или

$$W = mgh = 1,25 \cdot 9,81 \cdot 143 = 1,75 \cdot 10^3 = 1,75 \text{ кДж},$$

или

$$W = mgh = 1,25 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2 \cdot 143 \text{ м} = 1,75 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1,75 \text{ кДж}.$$

12. Каждую формулу следует писать на отдельной строке, по центру. Если формула настолько длинна, что не умещается в одной строке, то ее частично переносят на другую строку. В первую очередь перенос следует делать на знаках равенства и соотношениях между левой и правой частями формулы ( $=$ ,  $\approx$ ,  $<$ ,  $>$ ,  $\leq$ ,  $\geq$  и т. д.), во вторую – на знаках сложения и вычитания ( $+$ ,  $-$ ,  $\pm$  и т. д.), в третью – на знаке умножения применением косо́го креста ( $\times$ ) в конце одной строки и в начале следующей строки. Не допускаются переносы на знаке деления.

При переносе формул не допускается разделение индексов, показателей степени, а также выражений, относящихся к знакам логарифма, интеграла, тригонометрических функций, суммы ( $\Sigma$ ) и произведения ( $\Pi$ ).

13. Для того чтобы избежать ошибок, рекомендуется дроби в формулах писать через горизонтальную черту. При этом знак равенства, а также знаки сложения, вычитания дробей писать на средней линии напротив дробной черты.

14. В окончательное буквенное решение следует подставить числовые значения всех входящих в него величин в единицах одной и той же системы и привести окончательный числовой ответ.

Приступая к вычислениям, помните, что числовые значения физических величин являются приближёнными. Поэтому при расчетах руководствуйтесь правилами действий с приближёнными числами. В контрольных работах по физике студенты должны дать ответ, со-

держаций столько значащих цифр, сколько значащих цифр содержат исходные данные. Для возможности округления результата следует проводить вычисления с количеством значащих цифр на одну больше, чем в исходных данных. (Если исходные данные содержат три значащие цифры, то вычисления делать с точностью до четырех значащих цифр, а ответ округлить до трех значащих цифр.)

15. Выполнить анализ полученного результата. Если результат противоречит условию задачи или законам природы, то задача решена неверно и необходимо начать все с начала;

16. В конце решения необходимо записать полный ответ.

17. Решение задач рекомендуется записывать в тетрадь в том порядке, в котором следуют задания в контрольной работе (т. е. в порядке возрастания номеров).

18. Выполненную контрольную работу сдают в деканат.

19. Проверенную контрольную работу студент получает в деканате.

20. В том случае, если контрольная работа не зачтена, студент обязан выполнить работу над ошибками.

Работа над ошибками выполняется в той же тетради после заголовка «Работа над ошибками» и заключается в правильном решении только незачтенных задач и ответов на вопросы преподавателя, соблюдая все указанные выше правила.

Исправленную работу сдают в деканат обязательно вместе с незачтенной работой и с рецензией на нее.

21. Во избежание повторения ошибок рекомендуется сдавать на проверку только одну контрольную работу. Следующую работу рекомендуется оформлять после того, как получена рецензия на предыдущую.

22. В случае нарушения указанных выше требований контрольная работа проверяться не будет.

23. С 1 июля по 31 августа контрольные работы на проверку не принимаются.

## ДЕСЯТИЧНЫЕ КРАТНЫЕ И ДОЛЬНЫЕ ПРИСТАВКИ И МНОЖИТЕЛИ

Таблица 1

**Десятичные кратные приставки и множители**

Приставка			Множитель	Пример
Наименование	Обозначение			
	русское	международное		
экса	Э	E	$10^{18}$	1 Эм = $10^{18}$ м
пета	П	P	$10^{15}$	1 Пм = $10^{15}$ м
тера	Т	T	$10^{12}$	1 Тм = $10^{12}$ м
гига	Г	G	$10^9$	1 Гм = $10^9$ м
мега	М	M	$10^6$	1 Мм = $10^6$ м
кило	к	k	$10^3$	1 км = $10^3$ м
гекто	г	h	$10^2$	1 гм = $10^2$ м
дека	да	da	$10^1$	1 дам = $10^1$ м

Таблица 2

**Десятичные дольные приставки и множители**

Приставка			Множитель	Пример
Наименование	Обозначение			
	русское	международное		
деци	д	d	$10^{-1}$	1 дм = $10^{-1}$ м
сантиметры	с	c	$10^{-2}$	1 см = $10^{-2}$ м
милли	м	m	$10^{-3}$	1 мм = $10^{-3}$ м
микро	мк	μ	$10^{-6}$	1 мкм = $10^{-6}$ м
нано	н	n	$10^{-9}$	1 нм = $10^{-9}$ м
пико	п	p	$10^{-12}$	1 пм = $10^{-12}$ м
фемто	ф	f	$10^{-15}$	1 фм = $10^{-15}$ м

## Правила образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

1. Приставку или её обозначение следует писать слитно с наименованием единицы, к которой она присоединяется, или с её обозначением.

2. Присоединение двух и более приставок подряд не допускается.

Правильно:

мегапаскаль

МПа

микрометр

мкм

нанофарад

нФ

Неправильно:

килокилопаскаль

ккПа

миллимиллиметр

ммм

милли микрофарад

ммкФ

3. Если единица образована как произведение или отношение единиц, приставку или её обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или в отношение.

Правильно:

килопаскаль-секунда на метр

$\frac{\text{кПа} \cdot \text{с}}{\text{м}}$

м

килоньютон на метр

$\frac{\text{кН}}{\text{м}}$

м

Неправильно:

паскаль-килосекунда на метр

$\frac{\text{Па} \cdot \text{кс}}{\text{м}}$

м

ньютон на миллиметр

$\frac{\text{Н}}{\text{мм}}$

мм

Присоединять приставку ко второму множителю произведения или к знаменателю допускается лишь в обоснованных случаях, когда такие единицы широко распространены и переход к единицам, образованным по правилу, связан с трудностями, например: тонна-километр (т·км), вольт на сантиметр (В/см), ампер на квадратный миллиметр (А/мм<sup>2</sup>).

## **Рекомендации по выбору десятичных кратных и дольных единиц СИ**

Выбор десятичной кратной или дольной единицы СИ определяется удобством ее применения.

Кратные и дольные единицы выбирают таким образом, чтобы числовые значения величины находились в диапазоне от 0,1 до 1000.

Для уменьшения вероятности ошибок при расчётах десятичные кратные и дольные единицы рекомендуется подставлять только в конечный результат, а в процессе вычислений все величины выражать в единицах СИ, заменяя приставки степенями числа 10, т. е. множителями  $10^n$ .

В десятичных единицах СИ нет множителей  $10^{-4}$ ,  $10^4$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^5$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^7$  и т. п. Поэтому следует применять только те множители, которые приведены в табл. 1, 2.

В десятичных единицах СИ множители  $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^1$ ,  $10^2$  используются очень редко, только в виде исключения, поэтому не следует их применять.

Таблица 3

**Основные физические постоянные (округленные значения)**

Величина	Обозначение	Значение величины
Нормальное ускорение свободного падения	$g_n$	9,81 м/с <sup>2</sup>
Скорость света в вакууме	$c$	$3,00 \cdot 10^8$ м/с
Гравитационная постоянная	$\gamma$	$6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>

## СОДЕРЖАНИЕ

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1 . . . . .	3
ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1 . . . . .	4
Кинематика материальной точки . . . . .	4
Динамика материальной точки . . . . .	5
Соударение тел . . . . .	6
Работа силы. Закон сохранения энергии . . . . .	8
Вращение твердого тела . . . . .	9
Закон сохранения момента импульса . . . . .	11
Специальная теория относительности . . . . .	13
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ . . . . .	15
Как оформить контрольную работу . . . . .	15
Десятичные кратные и дольные приставки и множители . . . . .	19



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

---

## ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним их ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;



- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло- и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

**[www.ihbt.edu.ru](http://www.ihbt.edu.ru)**  
**[www.gunipt.edu.ru](http://www.gunipt.edu.ru)**

Баранов Игорь Владимирович  
Самолетов Владимир Александрович  
Частый Виктор Леонидович

**ФИЗИКА**  
**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**  
Учебно-методическое пособие

*Редактор*  
Т.В. Белянкина

*Корректор*  
Н.И. Михайлова

*Компьютерная верстка*  
В.А. Самолетов

---

Подписано в печать 25.05.2012. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,63. Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,56  
Тираж 200 экз. Заказ № С 48

---

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет  
информационных технологий,  
механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
Институт холода и биотехнологий  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

