

## ЗАДАНИЕ НА РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ № 1

«Конечно-элементный анализ металлических конструкций»  
по дисциплине «Специальные главы металлических конструкций подъемно-транспортных машин»

На рубежный контроль к решению предлагается 16 задач (табл. 2). За решение каждой задачи начисляются баллы (см. в описании задач). Рубежный контроль студенты выполняют в составе подгрупп (распределение студентов по подгруппам см. табл. 1). Зачет получают студенты той подгруппы, которая суммарно за правильно решенные задачи набрала не менее **8** (для подгрупп из двух студентов) или **12 (14)** (для подгрупп из трех (более) студентов) баллов. Баллы начисляются только за полностью и верно решенные (получен конечный результат) задачи. Рекомендуется рассчитывать свои силы и браться за решение только тех задач, которые могут быть решены самостоятельно. Рекомендуется также распределять решение задач между студентами, входящими в одну подгруппу. Использование результатов работы других подгрупп не допускается!

Время выполнения рубежного контроля – 2 акад. часа. За это время студенты не только должны успеть верно решить как можно больше задач (табл. 2), но и подготовить отчет по рубежному контролю (готовый отчет следует выслать на электронную почту преподавателя), в котором должны быть представлены исчерпывающие данные (численное значение искомой величины, подтверждающие скриншоты моделей с результатами), позволяющие проверить правильность решения задач. Можно использовать [данную форму для отчета](#). В отчет требуется добавлять **скриншоты всего экрана** (100% рабочего стола) посредством нажатия клавиши клавиатуры «*PrtScn*».

В исходных данных задач принять  $ng=2$ ,  $ns=0$ .

Таблица 1. Распределение студентов по подгруппам

Подгруппа	Студенты
1	БВА, КИП, ПИА
2	РИК, ФВД, ПМВ
3	ВМА, ГАМ, КПМ
4	ТСА, ШАМ, ИНД
5	ГДФ, КАС, ЛВА НЕВ
6	СВВ, ТГА

Таблица 2. Задачи

№	Задание, баллы	Иллюстрация
1	<p>Для записи вертикальных колебаний используется прибор: абсолютно жесткая рамка АОВ весом <math>W</math> может поворачиваться относительно оси <math>O</math>, перпендикулярной плоскости рисунка. Исходные данные: <math>W=10</math> Н, <math>l=1000</math> мм, <math>a=300</math> мм, <math>\alpha=30</math> град, <math>k_1=100</math> Н/мм, <math>k_2=200</math> Н/мм.</p> <p><b>Найти:</b> круговую частоту малых вертикальных колебаний груза, считая, что массами рамки и пружин можно пренебречь.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот модели с результатом.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденное значение – 10.</p>	
2	<p>Балка АВ жесткостью при изгибе <math>EI=9 \cdot 10^4</math> Н·м<sup>2</sup> опирается концами А и В на пружины. Жесткость каждой пружины <math>k=5,36 \cdot 10^4</math> Н/м.</p> <p><b>Найти:</b> пренебрегая весом балки, определить период свободных колебаний груза весом <math>W=5000</math> Н, установленного на расстоянии 0,91 м от конца В.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот модели с результатом.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденное значение – 10.</p>	
3	<p>Стальная полоса с отверстием по центру. С одной стороны (боковая грань) полоса жестко заделана, с противоположной – на ней со смещением <math>\Delta</math> закреплена (без изменения жесткости грани) сосредоточенная масса. На объекты действует ускорение <math>a</math>, гравитация не учитывается.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=1000</math> мм, <math>B=200</math> мм, <math>d=(100-ns)</math> мм, <math>t=20</math> мм, <math>\Delta=60</math> мм, <math>m=(ng \cdot 100)</math> кг, <math>a=2g</math>.</p> <p><b>Найти:</b> максимальные эквив. напряжения и перемещения.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты карт напряжений и перемещений, на которых видны области с максимальными значениями.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 5.</p>	
4	<p>Полоса с отверстием по центру. С одной стороны (боковая грань) полоса жестко заделана, с противоположной – на ней со смещением <math>\Delta</math> приложена сила.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=800</math> мм, <math>B=180</math> мм, <math>d=(80+ns)</math> мм, <math>t=15</math> мм, <math>\Delta=55</math> мм, <math>F=(ng \cdot 1000)</math> Н.</p> <p><b>Найти:</b> максимальные эквив. напряжения и перемещения.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты карт напряжений и перемещений, на которых видны области с максимальными значениями.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 4.</p>	
5	<p>Балочная конструкция, все элементы которой имеют одинаковое поперечное сечение. Задача решается в плоской постановке.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>B_1=1000</math> мм, <math>B_2=(3000/ng)</math> мм, <math>B_3=600</math> мм, <math>d=(15+ns)</math> мм, <math>H=800</math> мм.</p> <p><b>Найти:</b> первые пять собственных частот.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты значений первых пяти собственных частот и первой формы упругих колебаний.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 5.</p>	
6	<p>Полоса, к которой приложена пара поперечных сил.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=1000</math> мм, <math>l_1=200</math> мм, <math>l_2=450</math> мм, <math>b=(100+ns)</math> мм, <math>h=(10+ng)</math> мм, <math>F_1=200</math> Н, <math>F_2=100</math> Н.</p> <p><b>Найти:</b> максимальные эквивал. напряжения и перемещения.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты карт напряжений и перемещений, на которых видны области с максимальными значениями.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 4.</p>	

№	Задание, баллы	Иллюстрация
7	<p>Кольцо переменной ширины. В основании кольца на ширине <math>s</math> – упругая заделка, в верхней части на участке грани шириной <math>s</math> – приложена сжимающая кольцо сила <math>F</math>.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>D=1000</math> мм, <math>d=(950+ns)</math> мм, <math>B=100</math> мм, <math>b=100</math> мм, <math>F=(5000/ng)</math> Н, <math>s=20</math> мм, <math>R(b)</math>.</p> <p><b>Найти:</b> максимальные эквивал. напряжения и перемещения.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты карт напряжений и перемещений, на которых видны области с максимальными значениями.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 5.</p>	
8	<p>Консольно закрепленная балка.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=(3000/ng)</math> мм, <math>B_1=300</math> мм, <math>B_2=250</math> мм, <math>t_1=(30-ns)</math> мм, <math>t_2=15</math> мм, <math>H=500</math> мм, <math>F=10000</math> Н.</p> <p><b>Найти:</b> максимальное перемещение.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот карты перемещений.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденный результат – 3.</p>	
9	<p>Консольно закрепленная труба с прорезью шириной <math>b</math>. С одной стороны – заделка, с противоположной – крутящий момент.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=1500</math> мм, <math>D=150</math> мм, <math>d=140</math> мм, <math>b=(5+ns)</math> мм, <math>M=(100*ng)</math> Н*м.</p> <p><b>Найти:</b> максимальное перемещение.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот карты перемещений.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденный результат – 3.</p>	
10	<p>Консольно закрепленная труба с прорезью шириной <math>b</math>. С одной стороны – заделка, с противоположной – приложенная со смещением <math>\Delta</math> поперечная сила <math>F</math>.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=1000</math> мм, <math>D=120</math> мм, <math>d=110</math> мм, <math>b=(3+ns)</math> мм, <math>F=300</math> Н, <math>\Delta=(120*ng)</math> мм.</p> <p><b>Найти:</b> максимальное перемещение.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот карты перемещений.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденный результат – 3.</p>	
11	<p>Консольно закрепленная прямоугольная труба (скруглениями пренебречь), один конец которой жестко закреплен, к противоположному присоединена сосредоточенная масса.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=1000</math> мм, <math>B=(60+ns)</math> мм, <math>t=5</math> мм, <math>m=(30*ng)</math> кг.</p> <p><b>Найти:</b> первые две собственные частоты.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты значений первых двух собственных частот и первой формы упругих колебаний.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 5.</p>	
12	<p>Консольно закрепленная балка, один конец которой жестко заделан, а к противоположному со смещением <math>\Delta</math> приложена продольная сила <math>F</math>.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=3500</math> мм, <math>B_1=260</math> мм, <math>B_2=240</math> мм, <math>t_1=(30/ng)</math> мм, <math>t_2=15</math> мм, <math>H=400</math> мм, <math>F=10000</math> Н, <math>\Delta=(150+ns)</math> мм.</p> <p><b>Найти:</b> максимальное эквивалентное напряжение посередине балки (сечение показано на рисунке).</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот карты напряжений, в названии файла найденное значение напряжения.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденный результат – 4.</p>	

№	Задание, баллы	Иллюстрация
13	<p>Консольно закрепленная балка, один конец которой жестко заделан, а к противоположному приложена продольная сила <math>F</math>, приложенная со смещением <math>\Delta</math>. Пояса балки имеют неодинаковую ширину.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=3000</math> мм, <math>B_1=250</math> мм, <math>B_3=230</math> мм, <math>t_1=(30-ns)</math> мм, <math>t_2=15</math> мм, <math>H=380</math> мм, <math>F=(12000 \cdot ng)</math> Н, <math>\Delta=140</math> мм.</p> <p><b>Найти:</b> значение ширины <math>B_2</math> нижнего пояса, при котором напряжения <math>\sigma_{1max}</math> и <math>\sigma_{2max}</math> (в центральном сечении балки) были бы приблизительно равны (отличие не более 1%).</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот карты напряжений, в названии файла найденное значение ширины пояса.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденный результат – 10.</p>	
14	<p>Тонкий, но абсолютно жесткий стержень АВ массой <math>m</math> и длиной <math>l</math> закреплен в горизонтальном положении шарниром за конец А и вертикальной пружиной в точке С.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>m=1</math> кг, <math>l=0,4</math> м, <math>a=0,3</math> м, <math>k=5</math> Н/мм.</p> <p><b>Найти:</b> для случая малых амплитуд колебаний при поворотах стержня в вертикальной плоскости вычислить период <math>\tau</math> колебаний, если жесткость пружины равняется <math>k</math>, а ее масса пренебрежимо мала.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот модели с результатом.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденное значение – 10.</p>	
15	<p>Плоская ферма шарнирно закреплена в точке А, а в точке В – удерживается пружиной с жесткостью <math>k</math>. Все стержни фермы имеют одинаковое поперечное круглое сечение. Ферма нагружена вертикальной силой <math>F</math>.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=1000</math> мм, <math>H=300</math> мм, <math>d=5</math> мм, <math>F=50</math> Н, <math>k=40</math> Н/мм.</p> <p><b>Найти:</b> перемещение точки D фермы.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот модели с результатом.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденное значение – 7.</p>	
16	<p>На двух опорах закреплена стальная полоса, посередине которой имеется сосредоточенная масса <math>m</math>.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=750</math> мм, <math>b=(65+ns)</math> мм, <math>h=2,5</math> мм, <math>m=(0,1 \cdot ng)</math> кг.</p> <p><b>Найти:</b> первые две собственные частоты полосы и соответствующие им формы упругих колебаний.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншоты значений первых двух собственных частот и первой формы упругих колебаний.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденные результаты – 5.</p>	
17	<p>На двух опорах закреплена стальная балка, части которой имеют круглое (АО) и квадратное (ОБ) сечения. В точке О части балки жестко соединены. В точке В (расположена на расстоянии <math>L/3</math> от опоры) к балке приложена поперечная сила <math>F</math>.</p> <p><b>Исходные данные:</b> <math>L=2000</math> мм, <math>F=5000</math> Н, <math>D=120</math> мм, <math>t_1=10</math> мм, <math>b=h=140</math> мм, <math>t_2=5</math> мм.</p> <p><b>Найти:</b> перемещение в середине балки.</p> <p><b>Форма отчетности:</b> скриншот модели с результатом.</p> <p><b>Баллы:</b> верно найденное значение – 8.</p>	