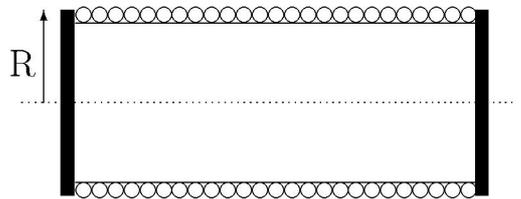


ЗАДАНИЕ ПО КОМПЛЕКУ ПРЕДМЕТОВ  
(ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА)  
ВАРИАНТ 47001 для 9, 10, 11 класса

Одна из легенд Северомуйского тоннеля рассказывает о бригадире-оптимизаторе Вениамине, у которого «кабель сам разматывался, а рельсы сами прокладывались». «С какой хотите силой толкните бобину» – говорил он – «и если кабель будет разматываться, то она разгонится до безобразия».

Попробуем смоделировать такой процесс.

Пусть на бобину (катушку без бортиков) радиуса  $R = 0,75$  м намотан гибкий кабель (см. рис). Масса единицы длины кабеля равна  $m = 1$  кг, длина кабеля равна  $L = 100$  м. Бобина катится по инерции без проскальзывания по горизонтальной поверхности. Кабель разматывается и ложится на плоскость. Пусть сначала, когда весь кабель был намотан на бобину, скорость центра бобины была равна  $v = 0,1$  м/с. Пренебрегая радиусом поперечного сечения кабеля и массой бобины определите



- 1) во сколько раз изменится линейная скорость бобины, когда будет размотана четверть кабеля;
- 2) во сколько раз изменится линейная скорость бобины, когда будет размотана ровно половина кабеля;
- 3) сколько времени займет процесс разматывания половины кабеля.

### **Указание.**

Для поиска ответа на 3-й вопрос рекомендуется перейти к дискретному времени. Это означает, что вместо непрерывного времени нужно использовать время, изменяющееся скачкообразно с некоторым шагом  $\Delta t$ , т.е. рассматривать только моменты времени, отстоящие от начального момента на  $k \cdot \Delta t$  ( $k$  – произвольное натуральное число). Далее следует допустить, что между указанными моментами масса и скорость бобины не меняются, а все изменения происходят мгновенно в отмеченные моменты времени. Таким образом, весь процесс можно приближенно рассмотреть как последовательность равномерных движений. Понятно, что чем меньше будет значение шага дискретизации  $\Delta t$ , тем точнее будет расчет, т.е. тем меньше будет разница между «решением», полученным в ходе расчетов и точным решением исходной задачи. В данном случае предлагается подобрать такое значение  $\Delta t$ , чтобы в один из моментов времени бобина находилась в точке с координатой, отличающейся от  $\frac{L}{2}$  не более, чем на  $0,1$ .

### **Представление результатов.**

1. Ответы на вопросы задачи обязательно должны быть представлены в рукописном пояснении (на листах чистовика).
2. Для проверки должен быть представлен программный проект. В специально выделенную папку должны быть скопированы (с помощью дежурного) все файлы проекта, а также исполняемый файл, в названии которого должна быть отражена фамилия участника (например, denjkov.exe).
3. В рукописном пояснении должны быть представлены физические соображения и математические выкладки, используя которые участник получил свой результат.
4. Также в рукописном пояснении обязательно нужно описать структуру созданной участником компьютерной программы. В идеале это описание должно представлять собой алгоритм (укрупненный, без излишней детализации), кодируя который "простой программист" сможет не задумываясь повторить ход действий участника и прийти к тем же результатам. Такой алгоритм может быть представлен либо в виде блок-схемы, либо на псевдокоде, либо в виде перечня инструкций на естественном языке и т.д.

### **Некоторые принципы оценивания.**

В зависимости от степени продвижения по пути получения верных числовых ответов начисляется следующее количество баллов (по 100-бальной шкале).

1. Выполнено верное математическое описание физического процесса – до 30 баллов.
2. Произведена попытка компьютерного расчета процесса (попытка моделирования) без получения ответов на частные вопросы (1 и 2) – до 30 баллов.
3. Создан алгоритмически верный программный код, но не зафиксировано его использование (в т.ч. участник не смог запустить написанную программу) – до 50 баллов.
4. Проведены "правдоподобные" компьютерные расчеты (т.е. имеющие отношение к движению бобины, но не дающие ответов на вопросы задачи, в том числе, не подобран шаг по времени) при верных ответах на частные вопросы (1 и 2) – до 80 баллов.
5. От 80 до 100 баллов получает участник, давший верные ответы на все вопросы задачи в зависимости от степени их обоснованности и качества описания разработанного программного приложения (верно работающего).