Лабораторная работа № 2.

Моделирование равноускоренного движения тела.

Рассмотрим прямолинейное равноускоренное движение ($\vec{a} = const$). Поскольку движение происходит вдоль прямой, то для его описания достаточно одной координаты. Пусть тело движется вдоль оси *Oy*. Согласно определению ускорения

$$\vec{a} = \frac{\vec{\mathrm{v}} - \vec{\mathrm{v}}_o}{t},$$

где в числителе стоит изменение скорости, а в знаменателе - промежуток времени, за который это изменение произошло. Отсюда $\vec{\mathrm{v}} = \vec{\mathrm{v}}_o + \vec{a} \cdot t$. Поскольку движение равноускоренное, каждую секунду скорость получает одно и то же приращение. Перепишем это выражение в проекции на выбранное направление оси *Oy*:

$$\mathrm{v}_y = \mathrm{v}_{oy} + a_y \cdot t.$$

Проекции скорости и ускорения могут быть как положительными, так и отрицательными в зависимости от взаимного направления векторов $\vec{\mathrm{v}}, \vec{\mathrm{v}}_o, \vec{a}$ и оси *Oy*. При этом если $a_y > 0$ ($a_y = a$, где $a = |\vec{a}|$ - модуль вектора ускорения), скорость получает положительное приращение, т.е. с течением времени она увеличивается (ускоренное движение); если $a_y < 0$, скорость с течением времени уменьшается (замедленное движение). Координата тела при этом будет изменяться по закону:

$$y(t) = y_o + \mathrm{v}_{oy} \cdot t + \frac{a_y \cdot t^2}{2},$$

где y_o - начальное положение тела, т.е. его координата в момент времени $t_o = 0$.

Таким образом, мы рассмотрели математическую модель равноускоренного движения, а графическое моделирование будет заключаться в построении графиков зависимостей $\mathrm{v}_y = f(t)$ и $y = f(t)$ при различных значениях a_y, v_{oy}.

Загрузка файла таблицы.

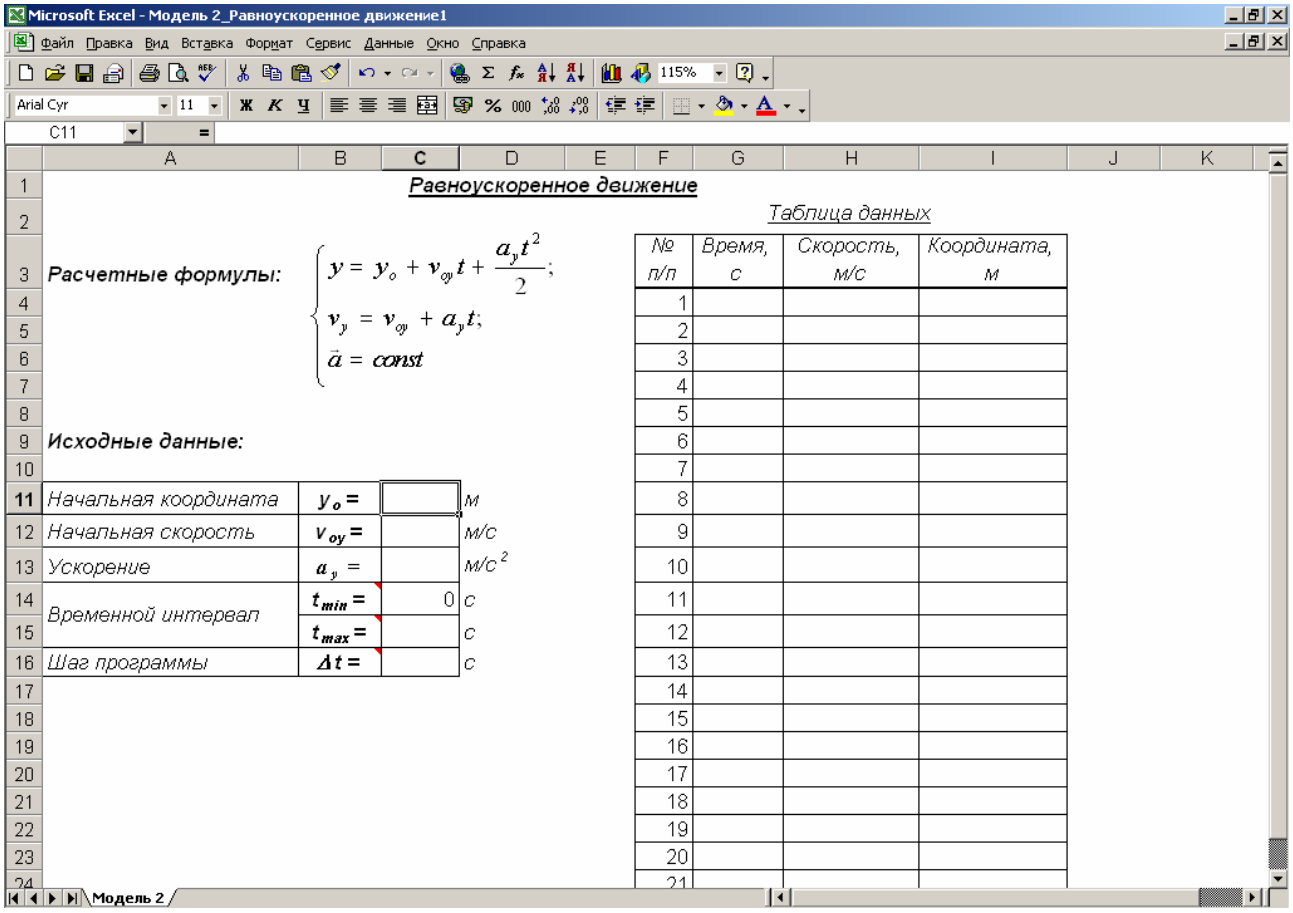
1. Запустить *Excel.*
2. Открыть шаблон *Модель 2_Равноускоренное движение.xlt.*

Анализ формул показывает, что исходными данными в нашей модели будут:

1) координата тела y_o в момент времени, принимаемый за нулевой;
2) проекция начальной скорости на выбранную ось v_{oy};
3) проекция ускорения на выбранную ось a_y;
4) временной интервал $t_{\min} \div t_{\max}$, в течение которого рассматривается движение.

Переменные величины – время, скорость и координата (они изменяются в процессе движения); *постоянные* – проекции ускорения и начальной скорости

на выбранную ось (в процессе движения остаются неизменными).



Заполнение таблицы.

1. Заполнить таблицу исходных данных. Для примера взять следующие значения:

$$y_o = 0\ м;\ v_{oy} = 5\ м/с;\ a_y = 2\ м/с^2;\ t_o = t_{min} = 0\ с;\ t_{max} = 10\ с.$$

2. В ячейке C16 рассчитать шаг Δt для n=20 подинтервалов, на которые разбивается выбранный промежуток времени $t_{\min} \div t_{\max}$. Таким образом, таблица должна содержать $n+1=21$ точек.

3. Заполнить таблицу "*Время-Скорость-Координата*". Столбец **G** (колонка *Время, с*) содержит значения времени, в которые определяются скорость тела (столбец **H**, колонка *Скорость, м/с*) и его координата (столбец **I**, колонка *Координата, м*). При этом ячейки G4 (начальный момент времени), H4 (проекция начальной скорости) и I4 (координата в начальный момент времени) должны быть связаны с соответствующими ячейками таблицы исходных данных (C14, C12 и C11). В ячейки G5÷I5 таблицы необходимо занести расчетные формулы и скопировать их в нижележащий диапазон ячеек G6:I24.

Примечание: При составлении формул не забывайте использовать абсолютные ссылки для *постоянных* величин.

4. Выделить диапазон ячеек G4:I24 и задать для него наиболее подходящий формат чисел (числовой или экспоненциальный).

5. Изменить имя листа, содержащего таблицу (в шаблоне он назван **Модель 2**), например, на **Равноускоренное движение**.

Построение графиков зависимости v(*t*) *и* *x*(*t*).

1. Построить графики зависимости скорости от времени (диапазон данных G4:H24) и координаты от времени (диапазон (G4:G24;I4:I24)) на отдельных диаграммах, следуя указаниям *Мастера диаграмм*. Так как данные для построения графика изменения координаты располагаются в двух несмежных диапазонах ячеек, то при их выделении необходимо удерживать клавишу *Ctrl*. Основные требования:

- тип диаграмм *Точечная* и вид – *Точечная диаграмма со значениями, соединенными сглаживающими линиями*;

- диаграммы должны иметь заголовок (название графика) и подписи каждой из осей с указанием условного обозначения и единиц измерения величин, откладываемых по этим осям;

- каждую из диаграмм расположить на отдельном листе, указав для него соответствующее имя.

Задание:

1. Проверить, влияет ли шаг изменения времени (т.е. количество временных подинтервалов) на вид графиков.

2. Изменяя начальные данные в ячейках C11, C12, C13 и C15, проследить за изменением вида графиков. Каков физический смысл отрицательных значений величин y_o, v_{oy}, a_y?

3. Сравнить движение тел с разным ускорением. Для этого необходимо:

1) провести вставку ячеек *над* диапазоном A13:D13 для задания второго значения ускорения;

2) ввести в ячейку C13 еще одно значение ускорения движения тела, отличающееся от имеющегося, и оформить соответствующим образом диапазон ячеек B13:D14;

3) добавить две колонки таблицы (столбцы **J** и **K** листа) и провести в них расчет скорости и координаты для второго значения ускорения;

4) для каждой из диаграмм провести добавление нового ряда данных и задать имя *каждому из двух рядов данной диаграммы*. В качестве имени ряда удобно выбрать соответствующее ему значение ускорения, введя в поле "*Имя ряда*" ссылку на диапазон B14:D14 (первый ряд) и B13:D13 (второй ряд данных);

5) вывести легенду;

6) отформатировать данные в таблице (диапазоны H3:H24, I3:I24, J3:J24 и K3:K24), назначив цвет шрифта в этих диапазонах в соответствии с цветом графиков.

4. Провести расчет контрольной точки (т.е. значений $v_{контр}$ и $y_{контр}$) для заданного момента времени $t_{контр}$ и каждого значения ускорения. Добавить эти точки на диаграммы в виде отдельных рядов данных, изменив предварительно вид графиков каждой из диаграмм на *Точечная диаграмма со значениями, соединенными сглаживающими линиями без маркеров*.

5. На отдельном листе решить *графически* задачу: из пункта А выехал грузовик с постоянной скоростью 72 *км/ч*. Одновременно с ним из пункта В, отстоящего от А на расстоянии 1,5 *км*, начал двигаться мотоциклист. Считая движение мотоциклиста равноускоренным с a=2 *м/с*^{2}, определить с помощью соответствующих графиков время, через которое мотоциклист догонит грузовик, и путь, пройденный каждым из них до встречи.

Совет: Для более точного определения величин по графику рекомендуется включить, помимо основных, промежуточные линии сетки.

Сохранение данных в файле.

Сохранить данные в файле *Лабораторная работа 2.xls*.