Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Кафедра инженерной кибернетики

**Лабораторная работа №3**

Моделирование механических систем

Направление подготовки:

01.03.04 Прикладная математика

Выполнил:

Студент группы БПМ-19-1

Мисютин Вячеслав Алексеевич

Проверил:

Доцент кафедры ИК

Добриборщ Дмитрий Эдуардович

Москва, 2021

1. **Простой цилиндрический резервуар с жидкостью**

Пусть:

𝑉 – объём жидкости;

𝑆 – площадь поверхности жидкости;

– объёмные расходы жидкости;

𝐹 – площадь проходного отверстия сливной трубы.

Расход принимается в качестве управляющего воздействия.

Запишем уравнение материального баланса жидкости для данного резервуара:

Предположим, что ∆𝑡 → 0 и ∆𝑉 → 0, тогда разделим на ∆𝑡 и получим:

Объём жидкости V выражается через её уровень x:

Найдем изменение объема жидкости:

Далее, зависимость между объёмным расходом и уровнем вытекает из уравнения Бернулли:

где 𝑣 – скорость истечения жидкости из сливного отверстия;

– скорость изменения уровня жидкости в резервуаре;

− 𝑥 – перепад высот жидкости в резервуаре;

, – статические давления над жидкостью в резервуаре и за сливным отверстием;

𝜌 – плотность жидкости;

𝑔 – ускорение свободного падения.

Величина называется динамическим или скоростным давлением. Это уравнение можно переписать в виде:

где 𝛾 = 𝜌𝑔 – удельный вес.

В предположении, что >> , = 0*, =* , скорость истечения жидкости будет определяться выражением . При умножении левой и правой частей этого выражения на площадь проходного сечения 𝐹, получается:

С помощью поправочного коэффициента 𝜇, чаще всего определяемого экспериментально, может быть учтена форма и состояние поверхности сливного отверстия. Например, для отсадочной машины рекомендуется значение 𝜇 = 0.6:

Найденное выражение подставляется в ДУ изменения объёма жидкости:

При = 0 можно записать уравнение статического (стационарного) режима резервуара:

Примем начальные условия:

Тогда можно составить структурную схему:

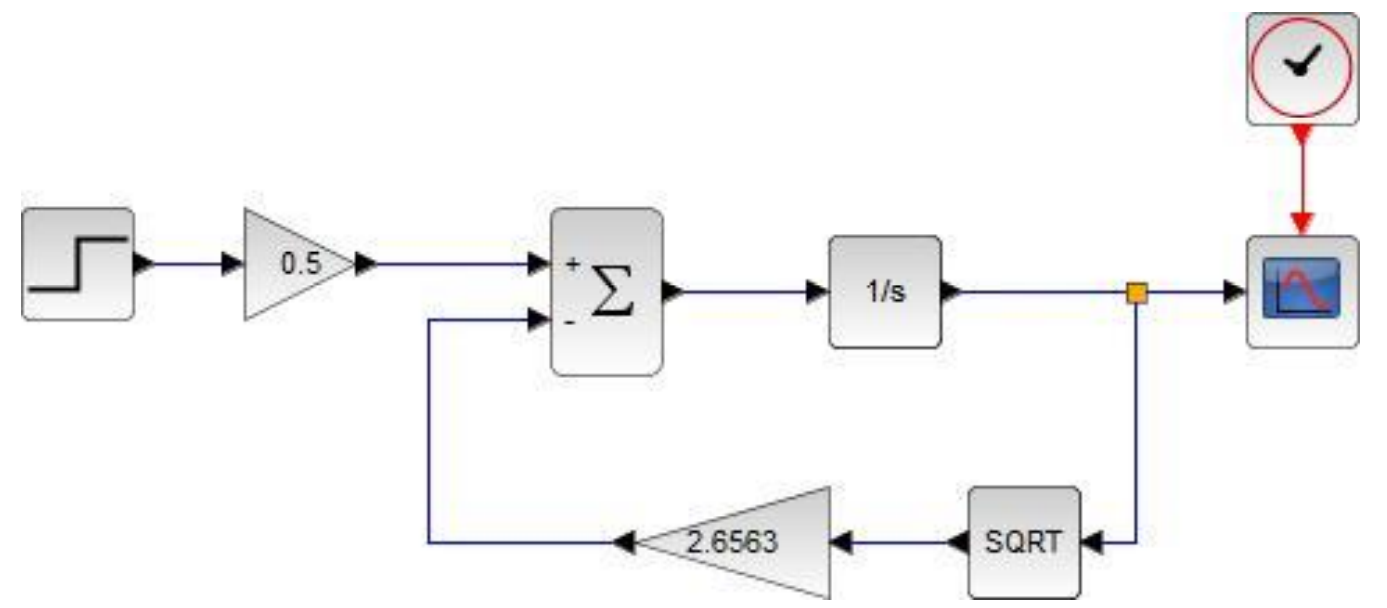


Рисунок 1. Структурная схема

И получить соответствующий график:

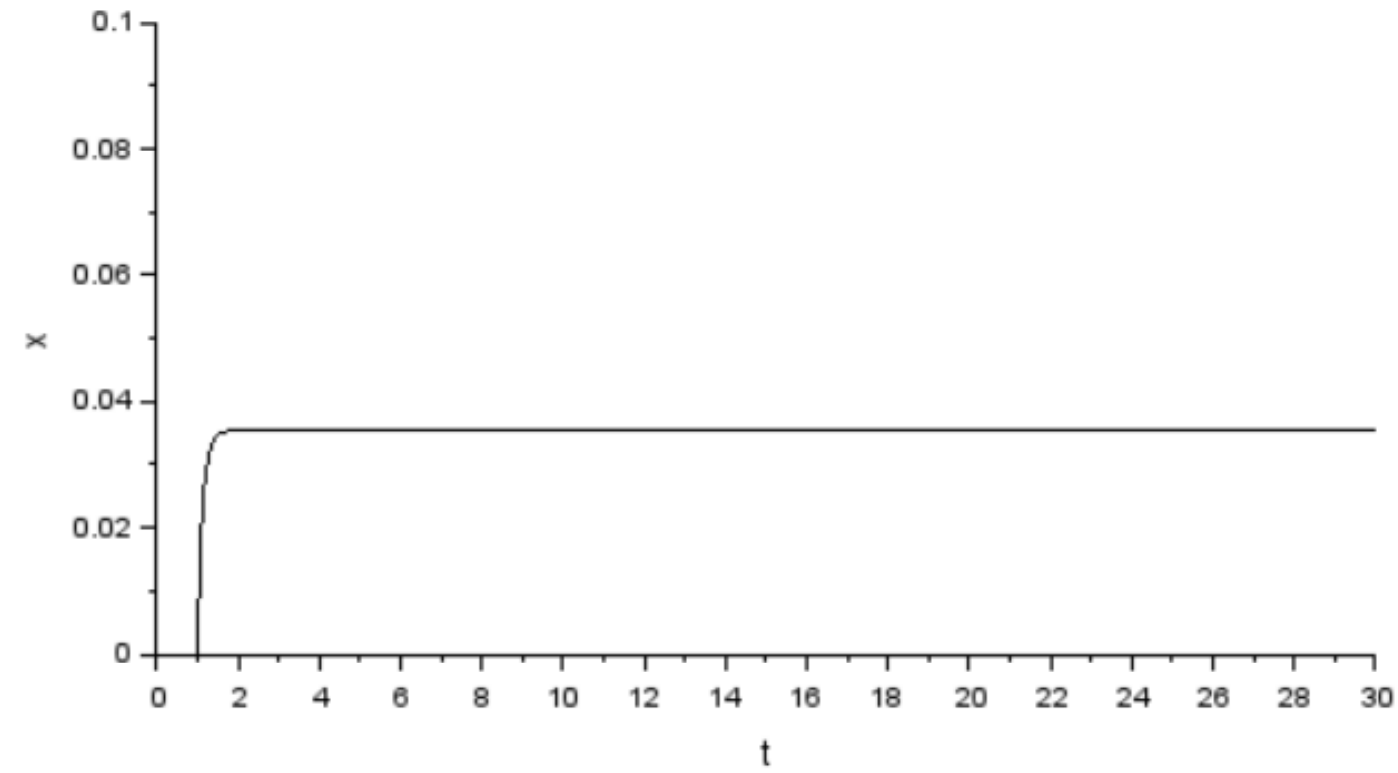


Рисунок 2. График зависимости уровня жидкости от времени

2. **Резервуар формы усеченного конуса**

𝛼 – угол стенки конуса относительно основания;

𝑆 – площадь поверхности жидкости;

– объёмные расходы жидкости;

𝐹 – площадь проходного отверстия сливной трубы;

– радиус окружности сечения конуса параллельной основанию;

𝑥 – высота уровня жидкости.

Уравнение площади поверхности жидкости при достижении ею определенного уровня:

Дифференциальное уравнение процесса:

Примем начальные условия:

Тогда можно составить структурную схему:

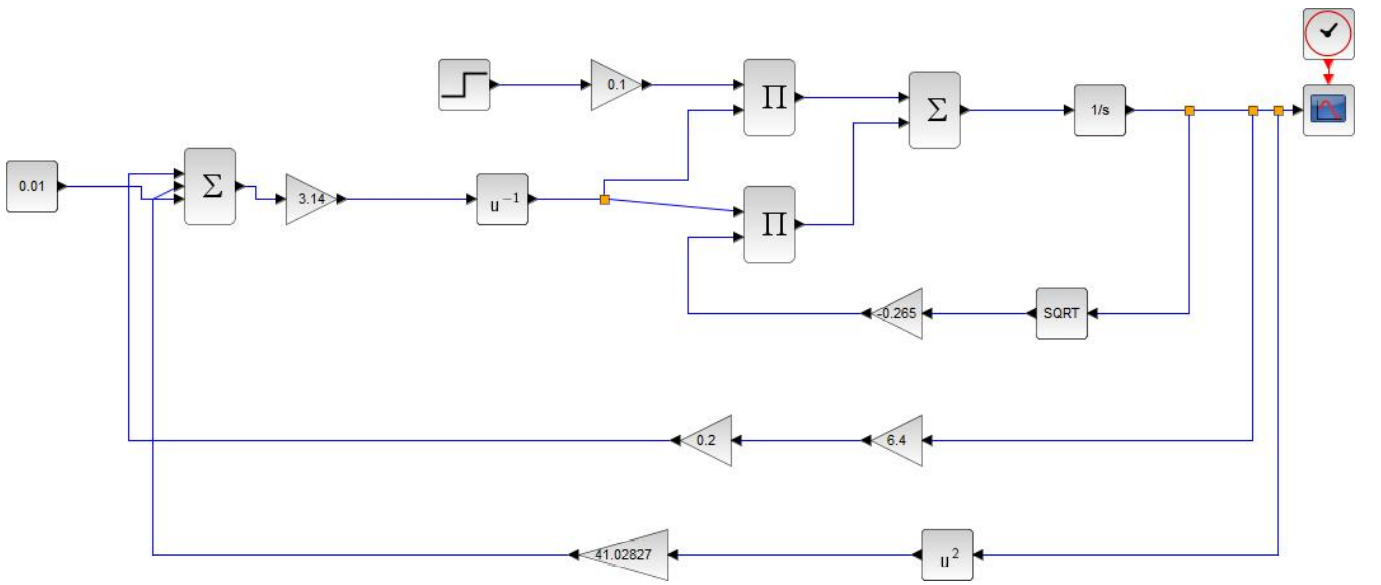


Рисунок 3. Структурная схема

И получить соответствующий график:

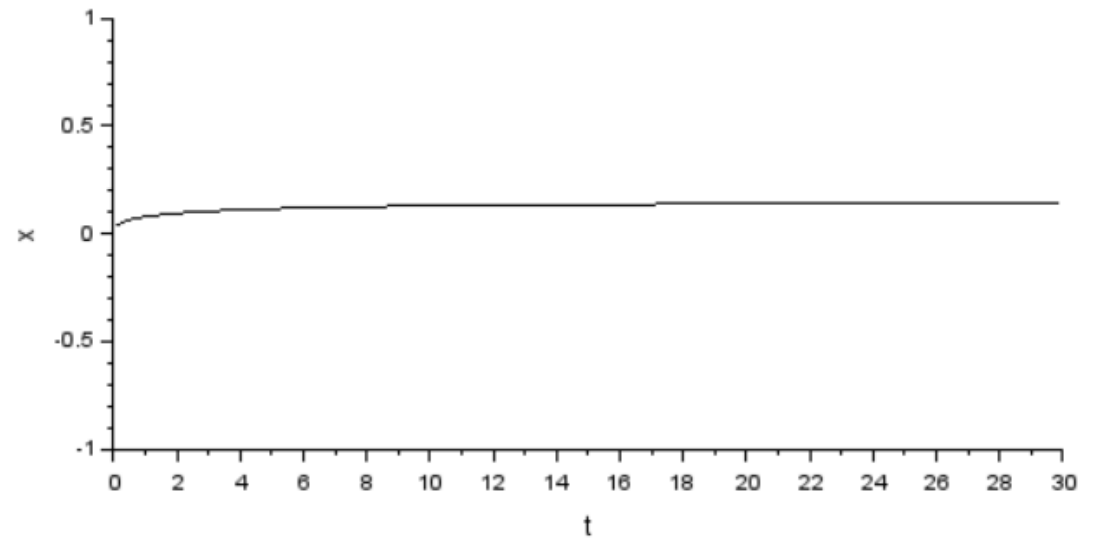


Рисунок 4. График зависимости уровня жидкости от времени

3. **Резервуар сферической формы**

𝑆 – площадь поверхности жидкости;

– объёмные расходы жидкости;

𝐹 – площадь проходного отверстия сливной трубы;

– радиус окружности;

𝑥 – высота уровня жидкости.

Уравнение площади поверхности жидкости при достижении ею определенного уровня:

Дифференциальное уравнение процесса:

Примем начальные условия:

Тогда можно составить структурную схему:

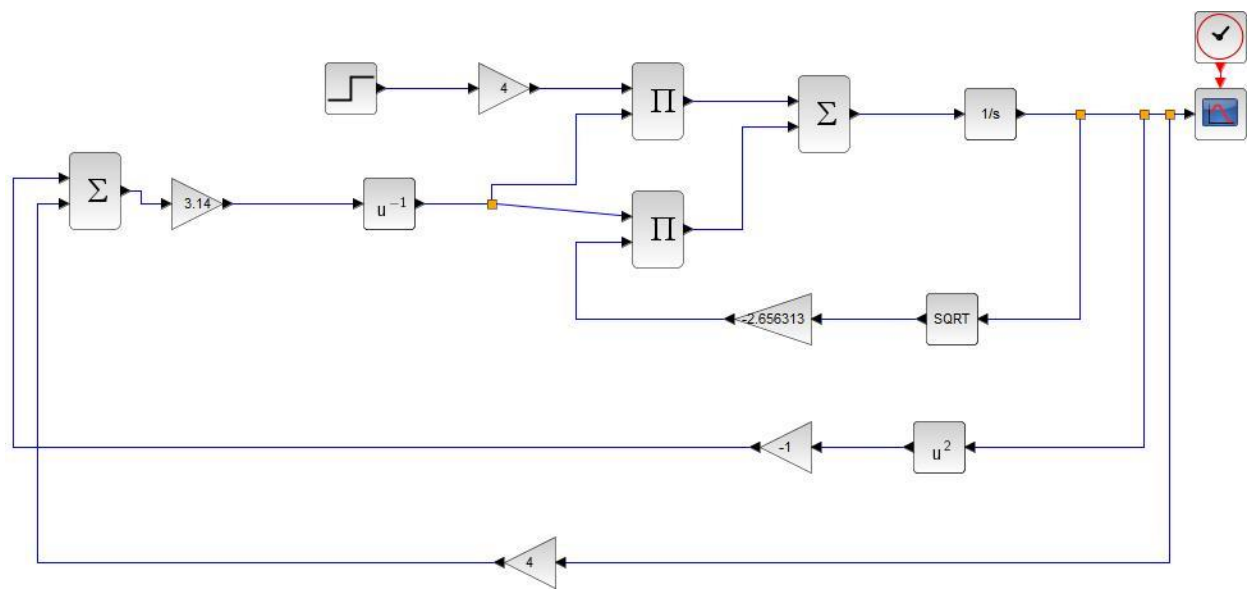


Рисунок 5. Структурная схема

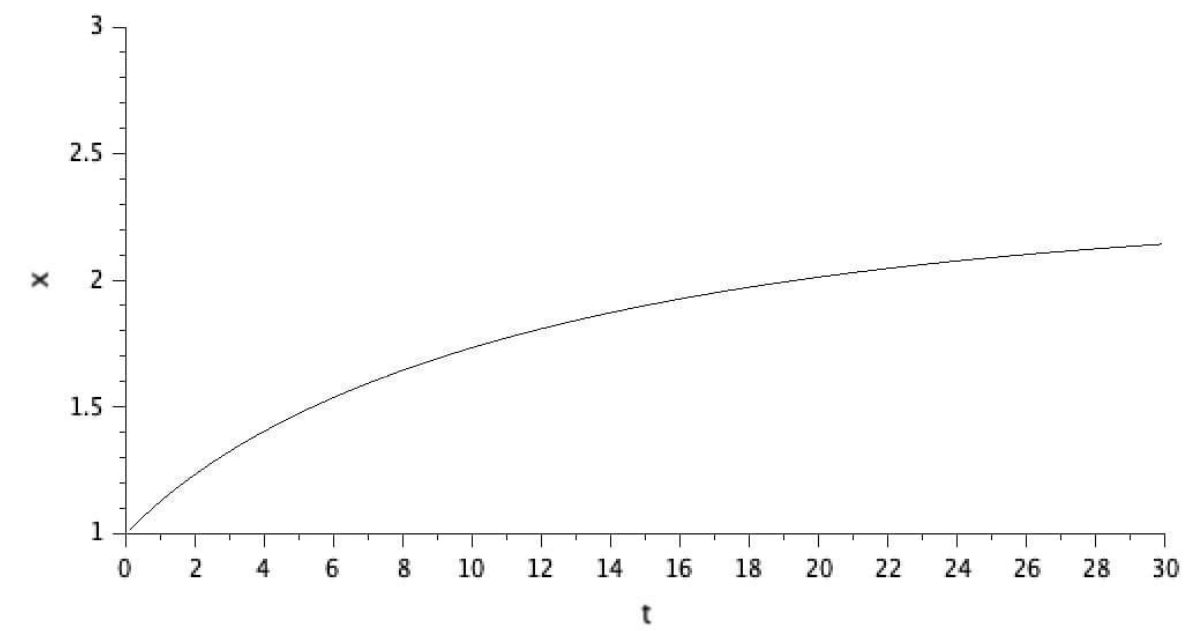


Рисунок 6. График зависимости уровня жидкости от времени

4. **Флотационная машина**

𝑆 – площадь поверхности жидкости;

– объёмные расходы жидкости;

– ширина сливного отверстия;

𝑥 – высота уровня жидкости.

Дифференциальное уравнение процесса:

Или:

Примем начальные условия:

Тогда можно составить структурную схему:

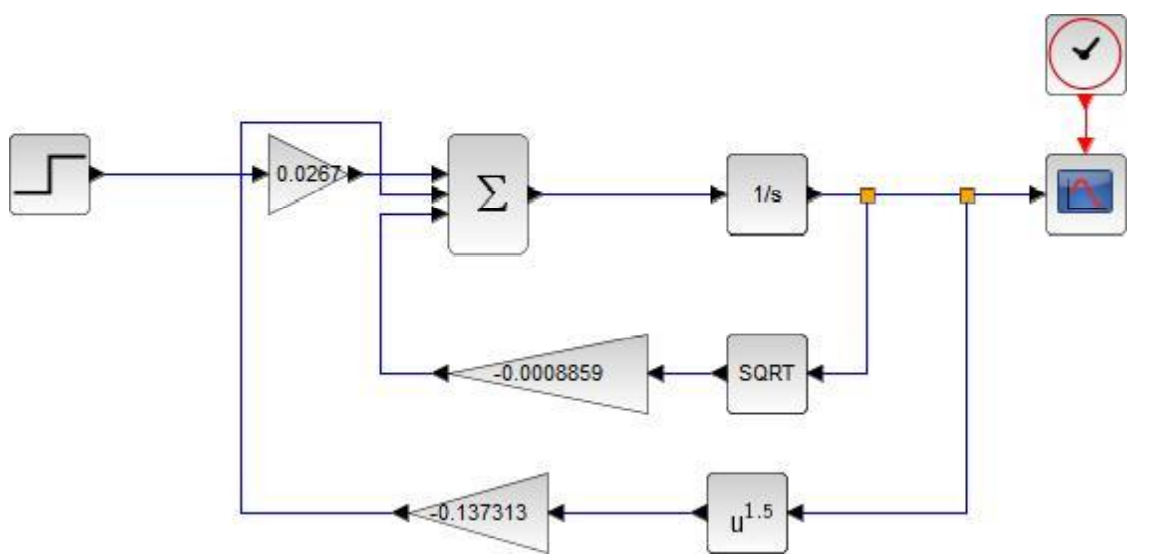


Рисунок 7. Структурная схема

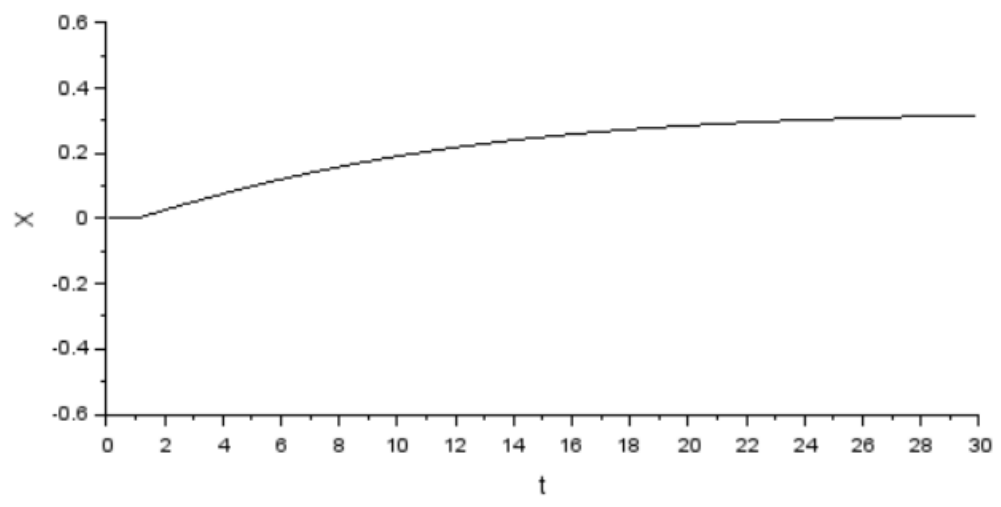


Рисунок 8. График зависимости уровня жидкости от времени