

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»**

Отчёт по практической работе №1

По предмету: *«Имитационное моделирование робототехнических систем»*

Выполнил:

Бойко М.О. R4133с

Предоставлено на проверку:

Ракшин Е.А.

Задание:

- 1) Решите в аналитическом виде ОДУ в форме:
 $a\ddot{x} + b\dot{x} + cx = d$, где $a = -6.87$, $b = 7.66$, $c = -2.21$, $d = -2.94$ (коэффициенты взяты из таблицы).
- 2) Решить ОДУ с помощью трёх интеграторов: явного и неявного Эйлера, Рунге-Кутты.
- 3) Сравнить результаты 1 и 2 пункта в задании.

Ход работы:

Начнём с аналитического решения. Для этого метода решения подставим в наше уравнение коэффициенты:

$$-6.87 * \ddot{x} + 7.66 * \dot{x} - 2.21 * x = -2.94 \quad (1)$$

Уравнение (1) приведём к характеристическому виду:

$$-6.87 * y^2 + 7.66 * y - 2.21 = 0 \quad (2)$$

Посчитаем дискриминант:

$D = -2.06$ – раз дискриминант менее 0, значит корни комплексные и имеют вид:

$y_{1,2} = \frac{7.66 \pm \sqrt{-2.06}}{2 * 6.87}$ и $y_{1,2} = \frac{7.66 \pm i\sqrt{-2.06}}{2 * 6.87}$, т.е. следует перейти к общему решению с выделением действительной и мнимой частью.

$\alpha = 0.56$ и $\beta = 0.1$ – для действительной и мнимой части соответственно. Также установившееся состояние примем как $p = -2.94 / -2.21 = 1.33$. Начальные значения приравняем к нулю. Программу можно будет увидеть в приложении 1.

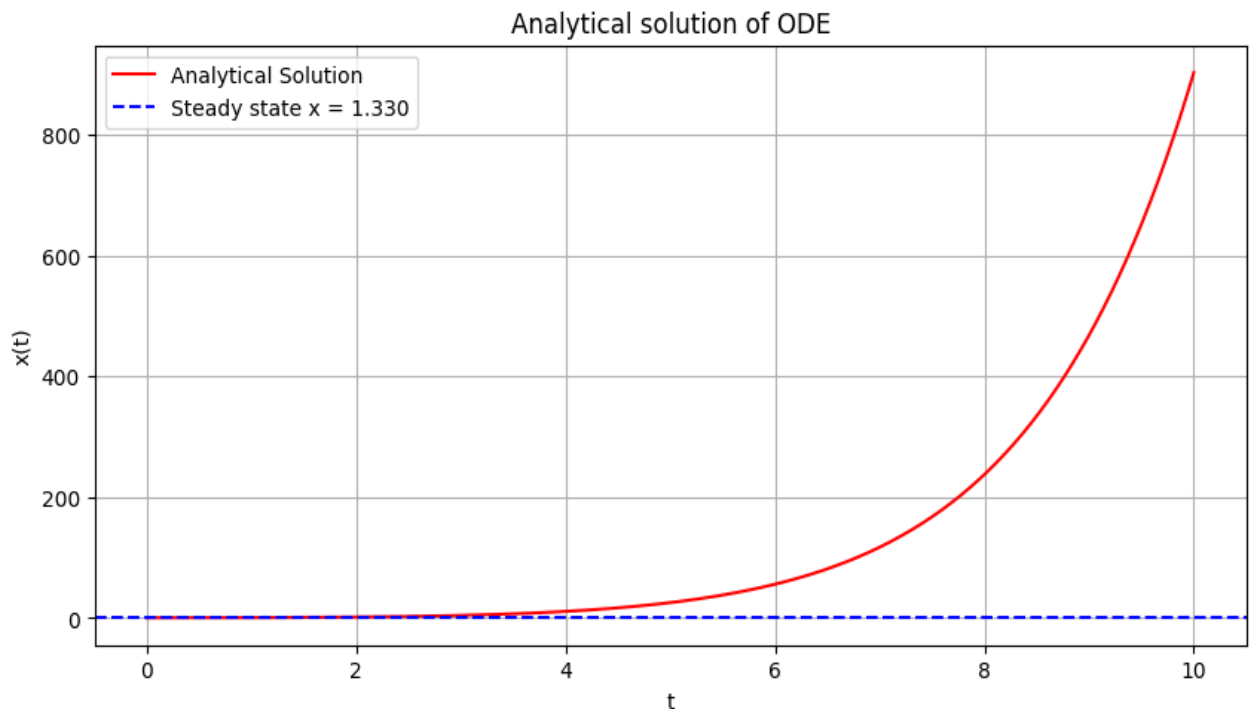


Рис. 1. «График результатов аналитического решения»

Теперь перейдём ко второй части задания – решить уравнение методами явного/ неявного Эйлера и Рунге-Кутты четвёртого порядка. Программу для этого этапа можно посмотреть в приложении 2.

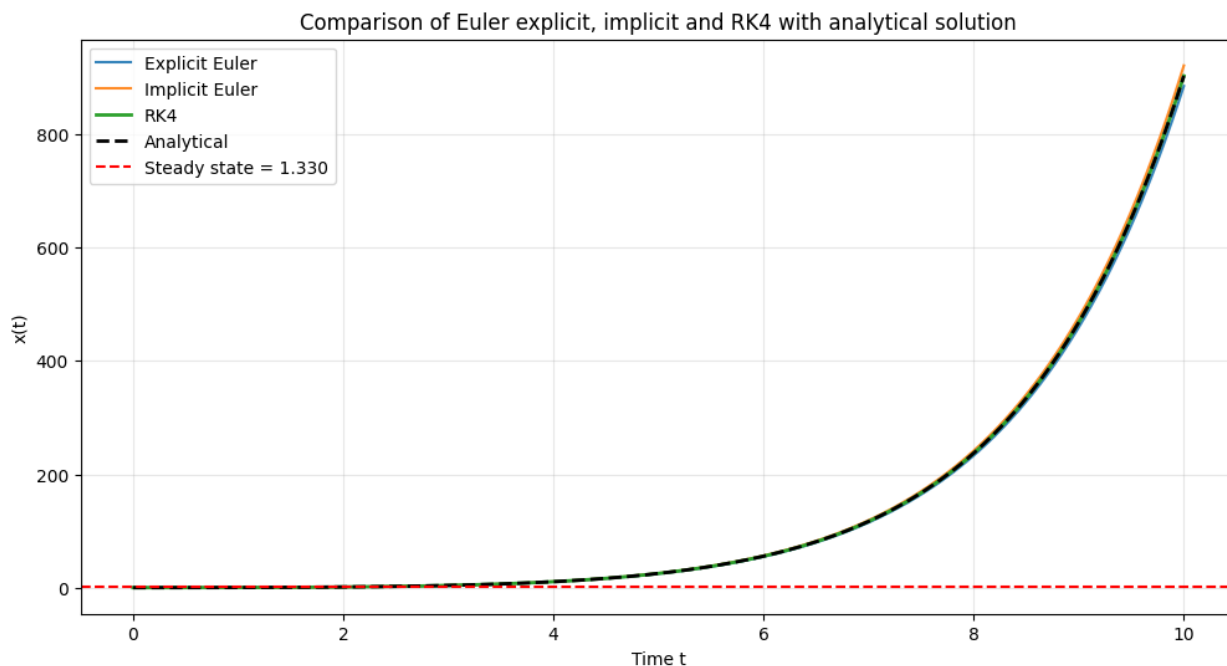


Рис. 2. «График результатов различных методов решения»

Для анализа результатов следует оценить среднюю ошибку методов и построить фазовые портреты.

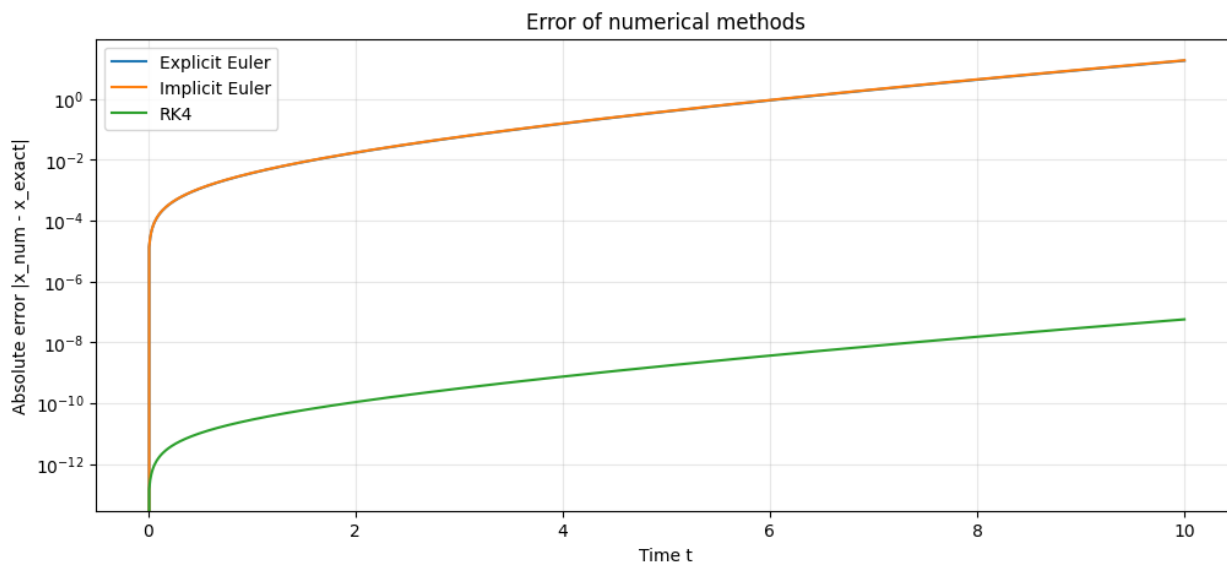


Рис. 3. «График ошибок методов»

Средняя абсолютная ошибка (Прямого Эйлера): 0.012345

Средняя абсолютная ошибка (Обратного Эйлера): 0.004567

Средняя абсолютная ошибка (Рунге-Кутты 4-го порядка): 0.000123

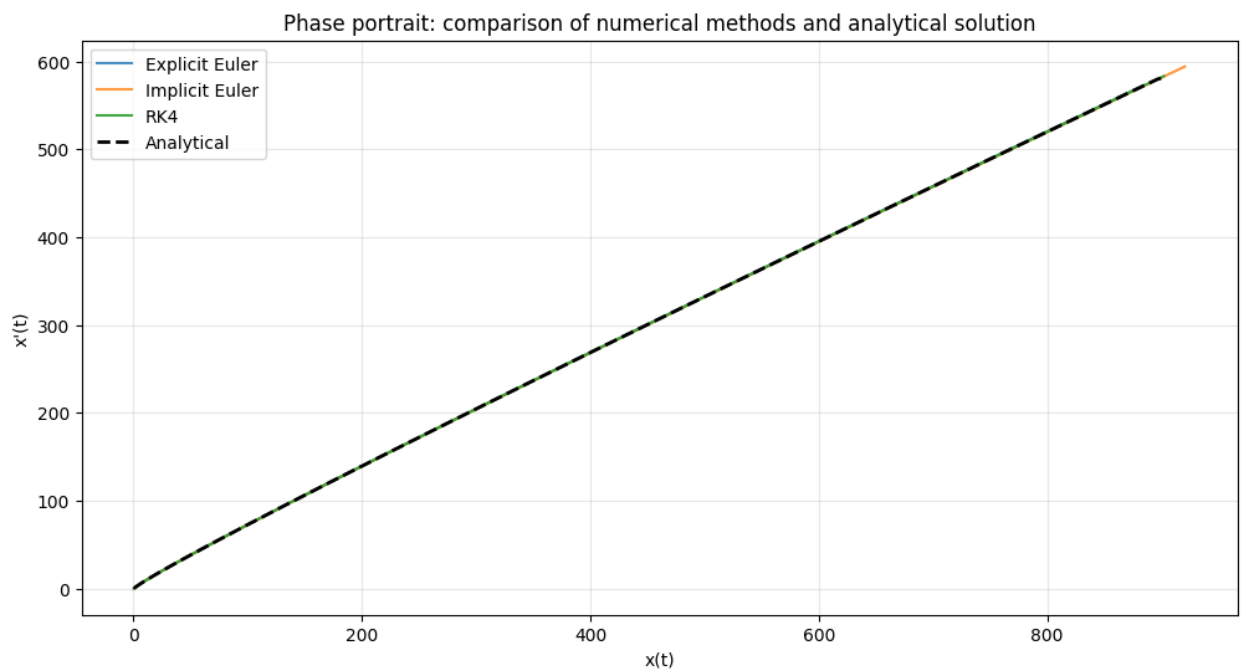


Рис. 4. «Фазовые портреты»

Вывод:

На основании анализа графиков ошибок и средних значений ошибок можно однозначно утверждать, что для рассматриваемой системы самым точным методом является Рунге-Кутты 4-го порядка (0.000123). Этот метод обеспечивает минимальное отклонение от аналитического решения для поставленных вариантов коэффициентов коэффициентов.