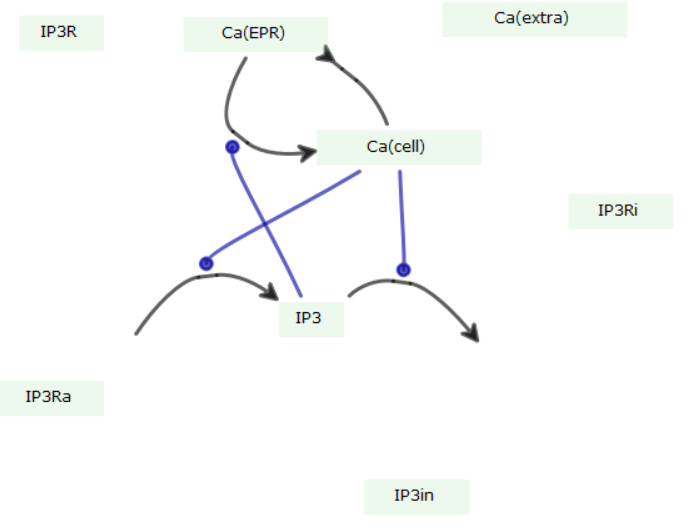
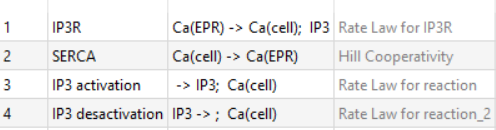
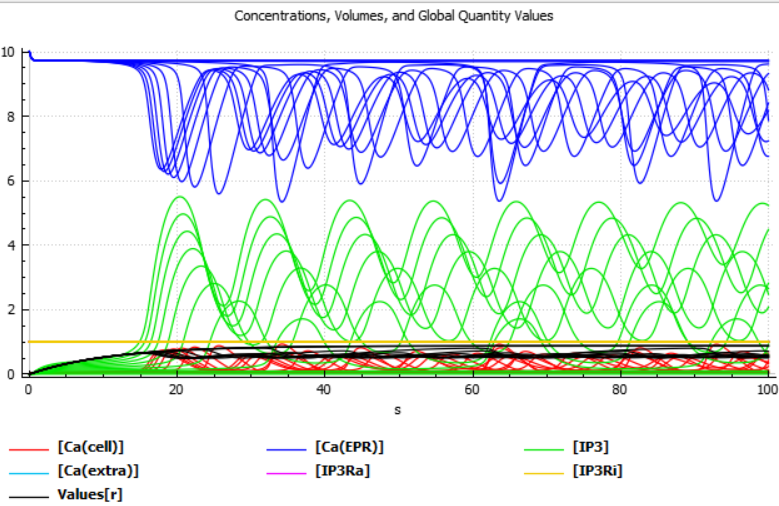
Домашнее задание 6 по биофизике

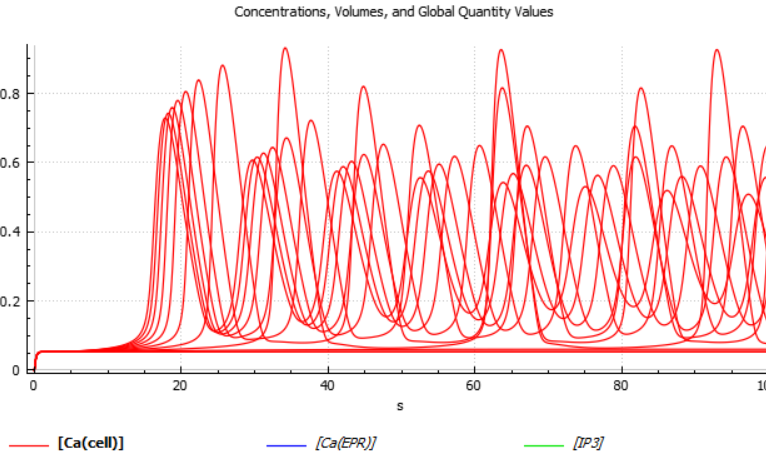
**Объект исследования: Кальциевая сигнальная система клетки.**

****

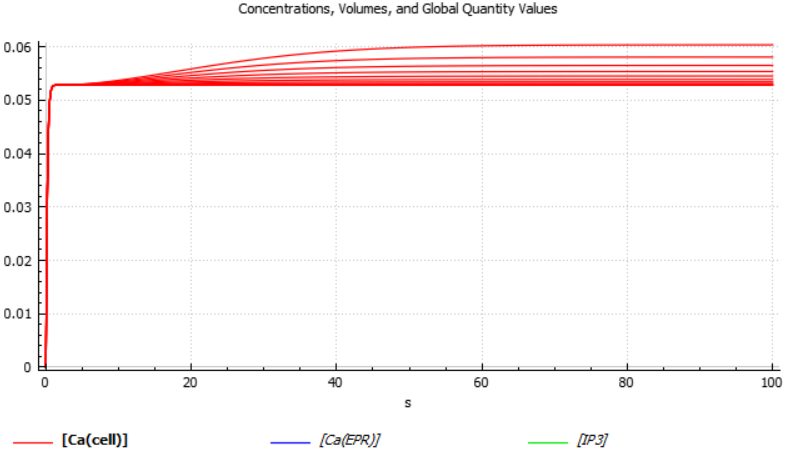
****

Проведём варьирование параметра v\_plc от 0 до 5 во вкладке time course — результатом становится возникновение характерных осцилляций:

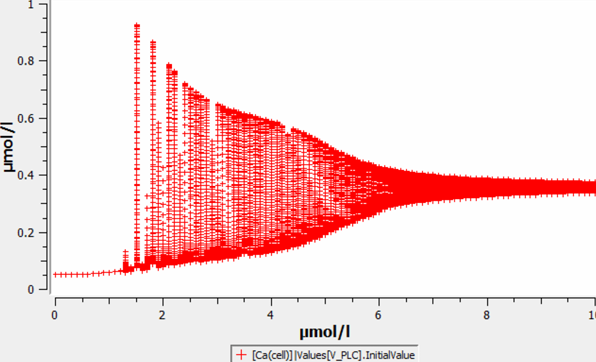


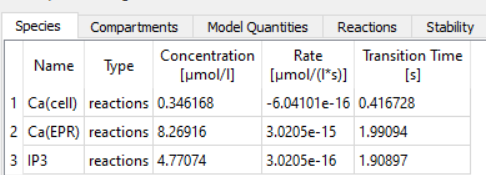
****

При малых значениях начальной концентрации кальция в системе колебательные процессы не запускаются.

****

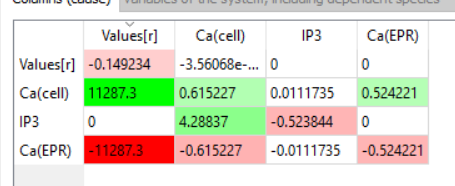
**Анализ бифуркаций:**



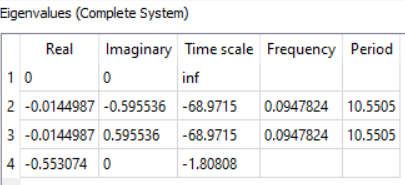
****

Если действительная часть собственного значения отрицательна, а мнимая часть отлична от нуля — система может демонстрировать устойчивые колебания.

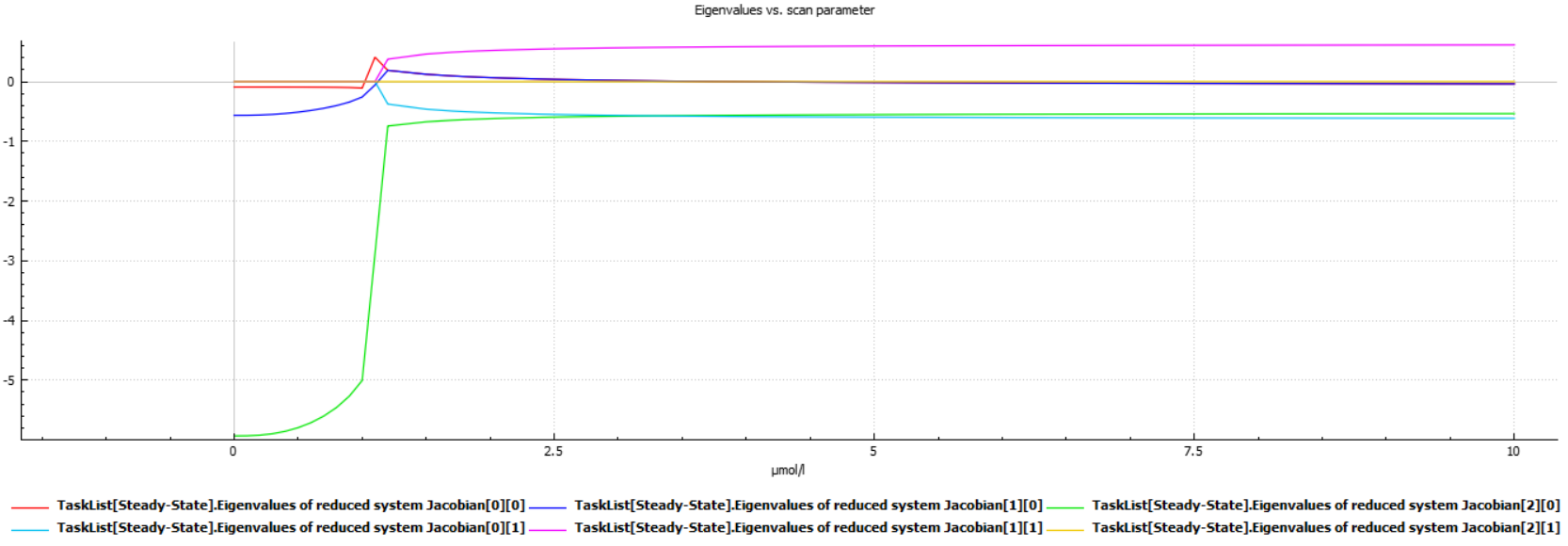
**Якобиан матрицы системы представлен ниже:**



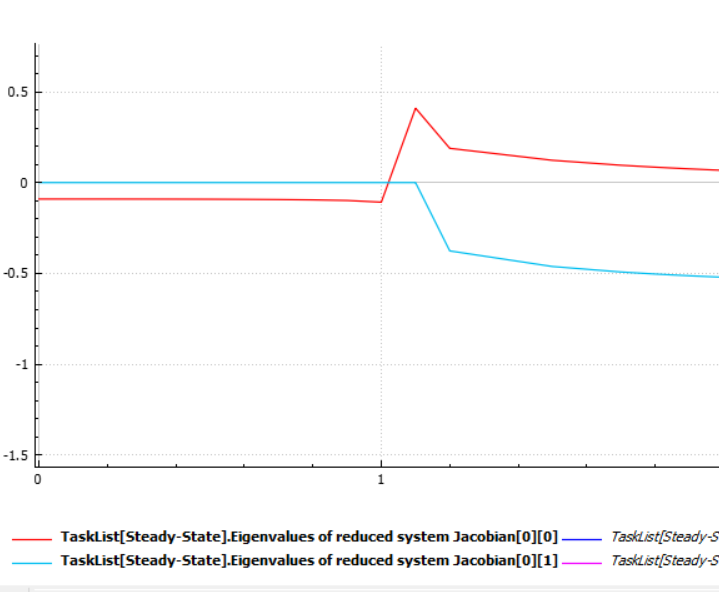
И её собственные значения:

****

Строим график изменения собственных значений матрицы Якоби:

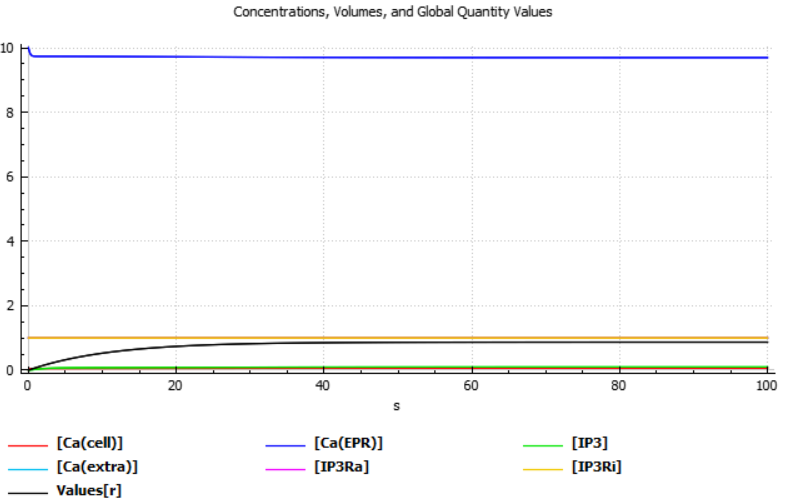
****

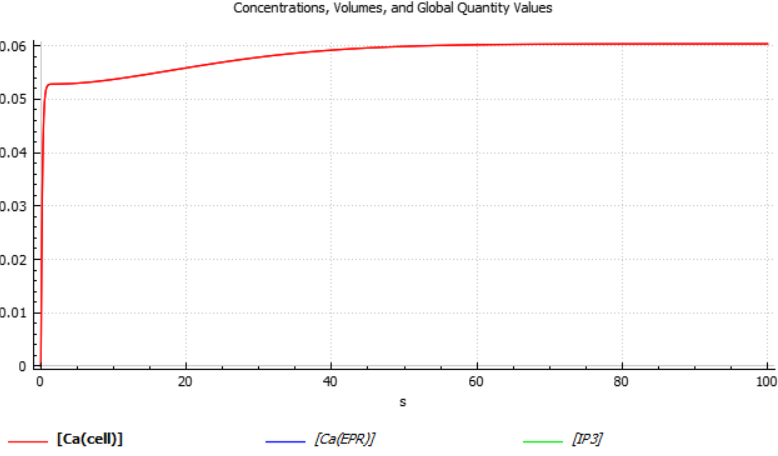
**Для выявления бифуркационной точки исследуем участок подробнее:**

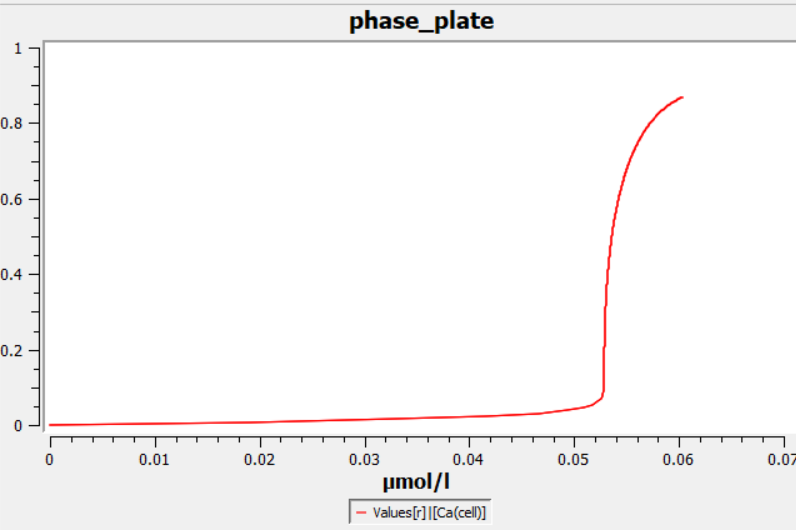


**В точке PLC = 1.1 мнимая часть не равна нулю, а действительная становится положительной — система переходит к режиму с колебаниями. Это и есть бифуркация Хопфа с формированием предельного цикла.**

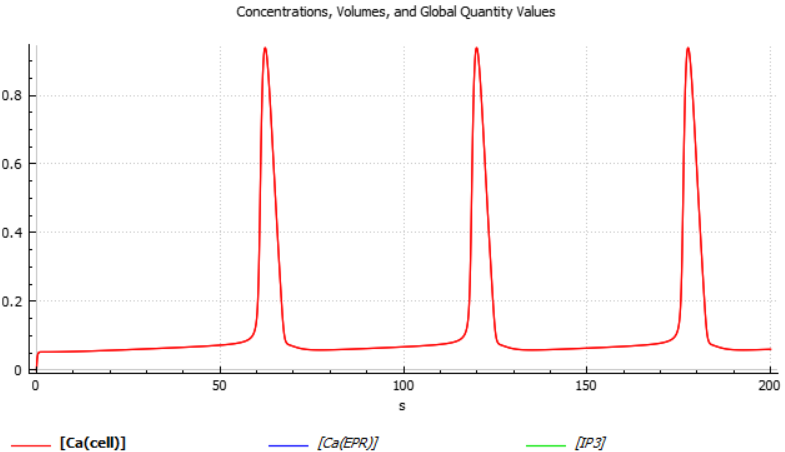
**До PLC = 1 система остаётся без колебаний — цикл ещё не возник.**

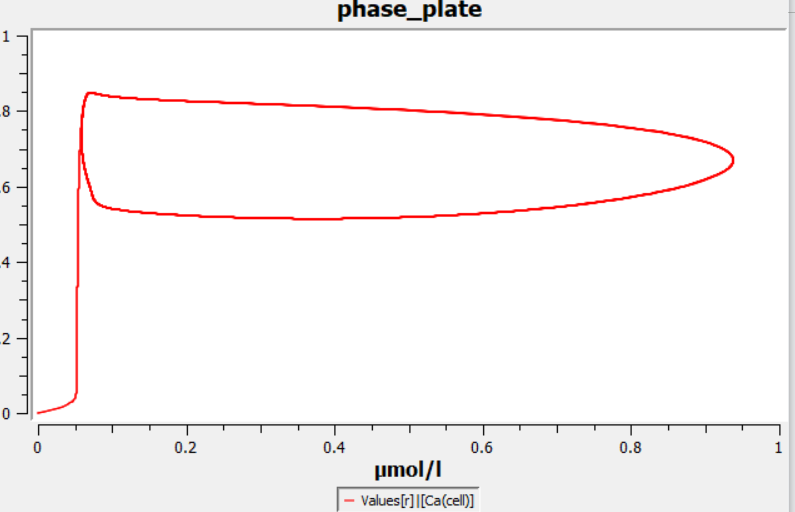






После бифуркации чётко видны устойчивые осцилляции и развитие предельного цикла:

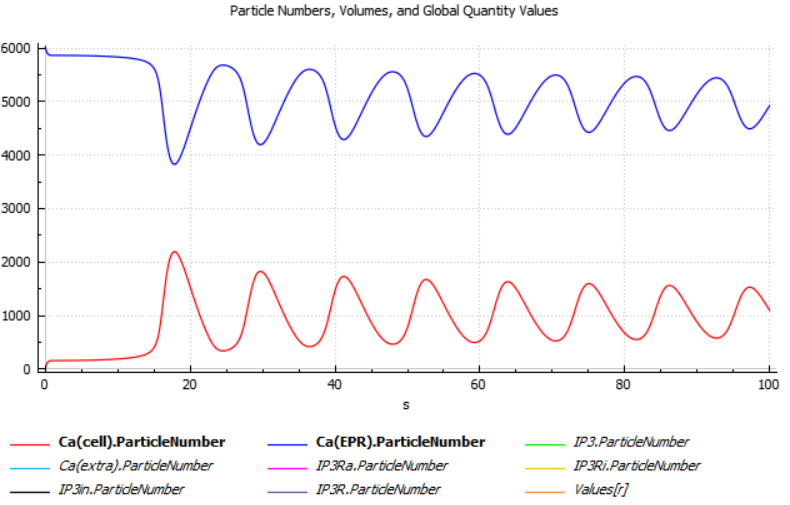


****

Сканируем начальную концентрацию кальция в интервале от 0 до 5. Формируется устойчивый цикл на фазовой плоскости, справа — стабильные осцилляции.

**Переходим к стохастическому анализу модели.**

Сначала убеждаемся, что система подходит под стохастический подход: в цитоплазме — около 1000 ионов кальция, в ЭПР — порядка 5000, что удовлетворяет условиям.

****

Для стохастического моделирования применяем гибридную схему с методом rk45.

Наблюдаются флуктуирующие колебания, типичные для стохастических систем.