

Содержание

Глава 1 Численное и качественное исследование устойчивости сетей кольцевой и линейной конфигураций с ограниченным количеством нейронов	3
1.1 Алгоритм и программа для построения границ областей устойчивости кольцевых нейронных сетей с ограниченным количеством нейронов	3
1.2 Границы областей устойчивости кольцевых сетей с ограниченным количеством нейронов и односторонним запаздыванием . .	7
1.3 Границы областей устойчивости кольцевых сетей с ограниченным количеством нейронов и двусторонним запаздыванием . .	10
Литература	13

Глава 1

Численное и качественное исследование устойчивости сетей кольцевой и линейной конфигураций с ограниченным количеством нейронов

1.1 Алгоритм и программа для построения границ областей устойчивости кольцевых нейронных сетей с ограниченным количеством нейронов

В этом разделе мы опишем программу для построения границ области устойчивости кольцевых нейронных сетей с ограниченным количеством нейронов. Программа использует фрагменты предыдущих программ «Анализ устойчивости» (раздел ??) и «Устойчивость нейронных сетей» (раздел ??).

Мы рассматриваем задачу устойчивости системы (см. формулу (??))

$$\dot{x}_j(t) + x_j(t) + a x_{j-1}(t) + b x_{j+1}(t - \tau) = 0 \quad (j \bmod n). \quad (1.1)$$

В матричном виде система имеет вид (см. (??))

$$\dot{x}(t) + (E + aP)x(t) + bP^{n-1}x(t - \tau) = 0, \quad (1.2)$$

где (см. (??))

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (1.3)$$

1.1.1 Функциональное назначение программы, область применения, её ограничения

Программа «Построение областей устойчивости круговых нейронных сетей» строит области устойчивости для круговых нейронных сетей с заданным количеством нейронов в плоскости параметров a и b в сравнении с областью устойчивости таких же нейронных сетей, но с бесконечным числом нейронов, и сохраняет результаты в графических файлах определённого пользователем формата. Программа выполнена в высокоуровневой среде для математических вычислений MATLAB 7.11.0 (R2010b) посредством matlab APP для создания графического интерфейса пользователя (GUI).

1.1.2 Использование

Все входные параметры задаются на одноимённой панели, показанной на рисунке 1.1.

Прежде всего пользователю предлагается выбрать конфигурацию нейронной сети. В программе доступны два варианта кругового соединения нейронов: с малым запаздыванием взаимодействия с правыми соседями (уравнение (1)) и с одинаковым запаздыванием взаимодействия с правыми и левыми соседями (уравнение (2)). Выбирая первую или вторую радиокнопку, пользователь определяет, для какой именно модели будет проводиться анализ устойчивости. На рисунке 1 выбрана первая конфигурация, а на рисунке 2 – вторая. В дальнейшем кольцевые сети, описываемые уравнением (1), будем называть сетями с односторонним запаздыванием, а сети, описываемые уравнением (2), – сетями с двусторонним запаздыванием. Ниже, на панели ввода представлено название, описание и рисунок выбранной конфигурации. Пользователю необходимо ввести параметр τ , для которого будут строиться области устойчивости, определить количество нейронов в сети (причём графики

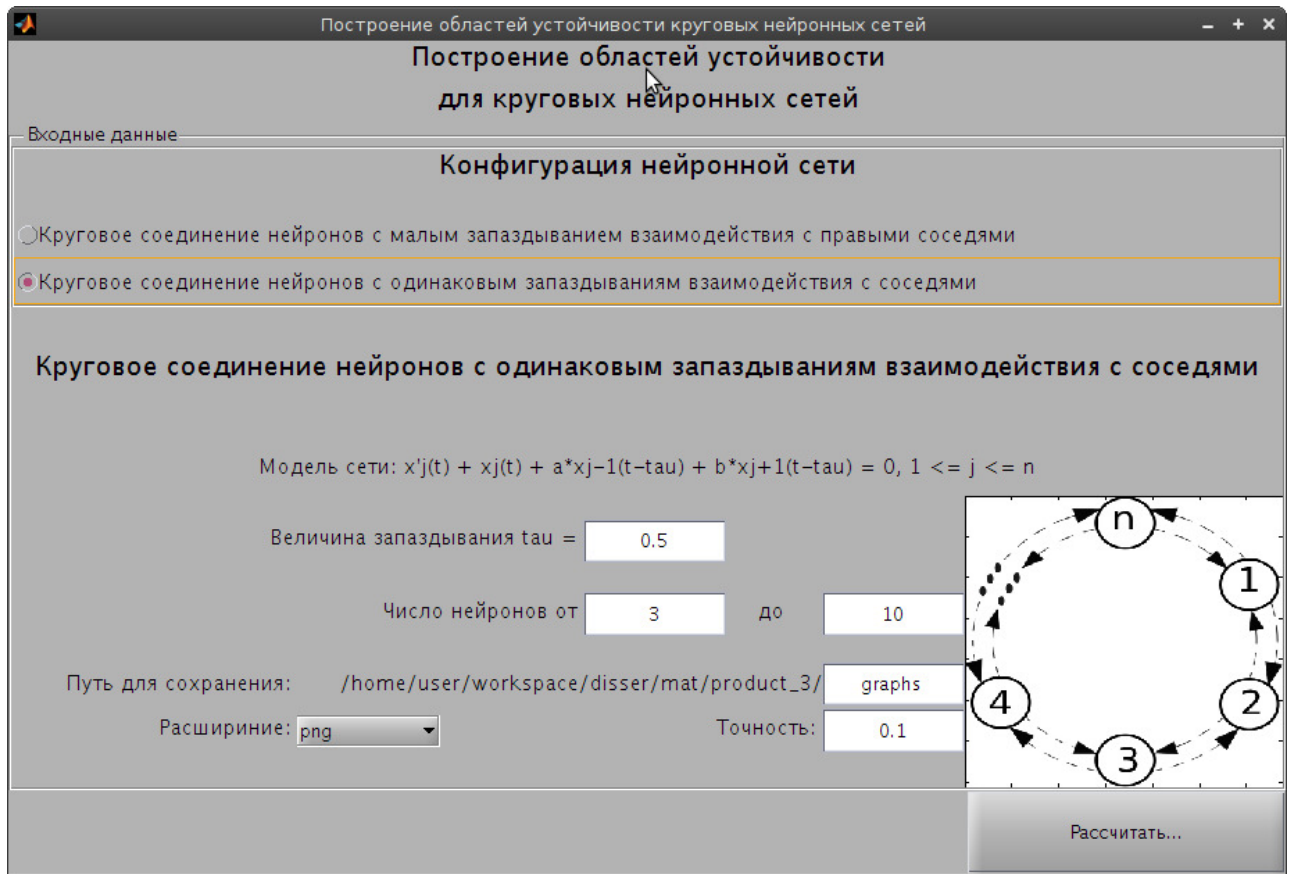


Рис. 1.1. Главное окно программы «Построение областей устойчивости круговых нейронных сетей» при выборе первой конфигурации

будут построены для всех n , определённых пользователем), задать директорию для сохранения, выбрать расширение, с которым будут сохраняться графики, и определить погрешность построения.

После ввода данных в обоих случаях для начала расчета необходимо нажать на кнопку «Рассчитать...». В процессе построения будут появляться вспомогательные окна, представляющие результаты расчетов. Все графики сохраняются в выбранную пользователем директорию в заданном формате и именуются определённым образом: «type_tau_n.ext», где type — тип соединения нейронов: «asym» для первого соединения и «sym» для второго;
tau — величина запаздывания;
 n — количество нейронов;

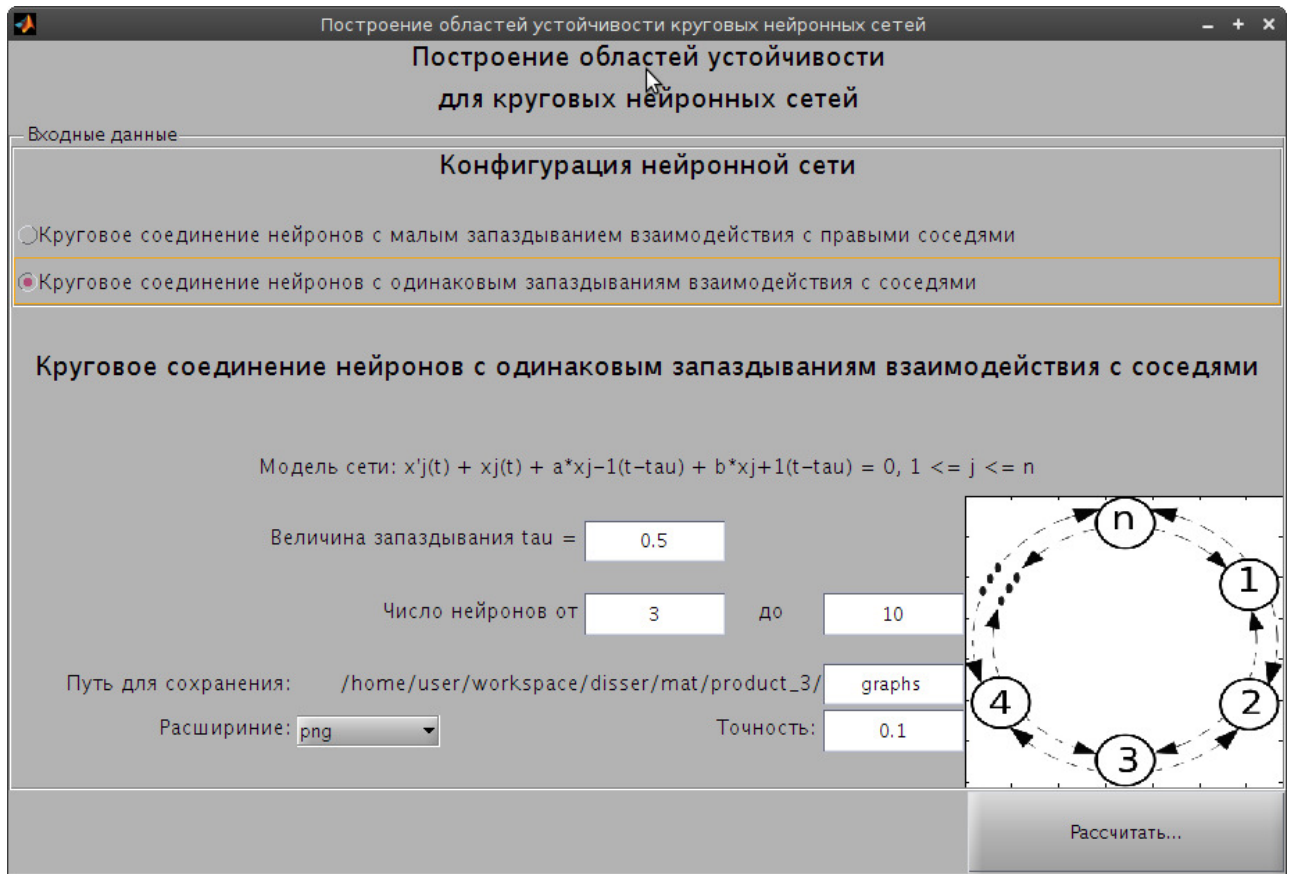


Рис. 1.2. Главное окно программы «Построение областей устойчивости круговых нейронных сетей» при выборе второй конфигурации

ext — расширение файла.

Программа также строит область устойчивости для бесконечного числа нейронов.

После проведения расчетов пользователь может изменить входные параметры и еще раз выполнить расчет областей устойчивости. Графики будут сохраняться во вновь назначенную пользователем директорию или в ту же, если он не поменял её. Во втором случае она будут дополняться к уже существующим, а если найдутся графики с одинаковыми параметрами, то файлы будут перезаписаны. Данную процедуру можно проделывать сколько угодно раз.

При вводе некорректных данных программа выдает различные сообщения об ошибках. Например, следующее сообщение может быть получено при вводе некорректных значений в поле (рисунок 1.3).

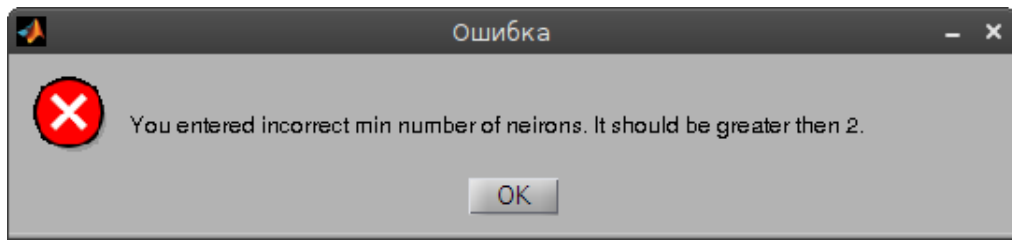


Рис. 1.3. Сообщение об ошибке: введены некорректные данные

Также программа анализирует потенциальную возможность затратить большое количество времени на вычисления, когда пользователь назначает слишком высокую точность, либо большое количество графиков. В этом случае программа просит пользователя подтвердить, что он действительно хочет выполнить расчёты при заданных параметрах. Пример такого сообщения приведён на рисунке 1.4.

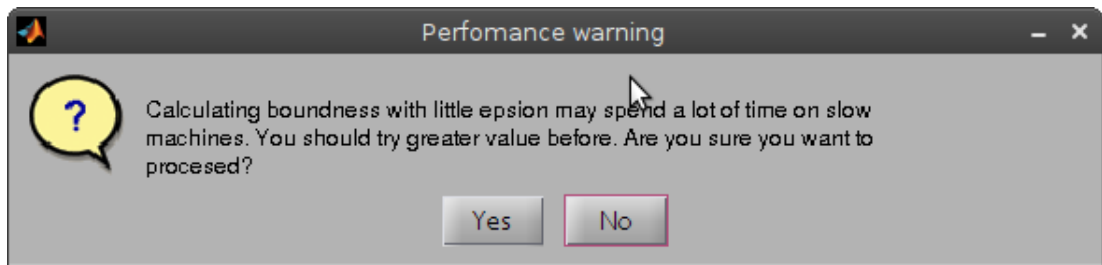


Рис. 1.4. Сообщение об ошибке: введены некорректные данные

1.2 Границы областей устойчивости кольцевых сетей с ограниченным количеством нейронов и односторонним запаздыванием

В этом разделе мы укажем результаты поиска границ устойчивости для кольцевой системы нейронов с односторонним запаздыванием. Система опи-

сывается уравнениями (1.2), (1.3). В отличие от предыдущей главы, здесь мы будем рассматривать сети с ограниченным количеством нейронов. Разделим результаты на три группы: сети со средним запаздыванием, малым и большим запаздываниями.

Во всех трех группах количество нейронов не меньше трех, так как для двух нейронов описание кольцевой архитектуры противоречиво.

1.2.1 Сети со средними значениями запаздываний

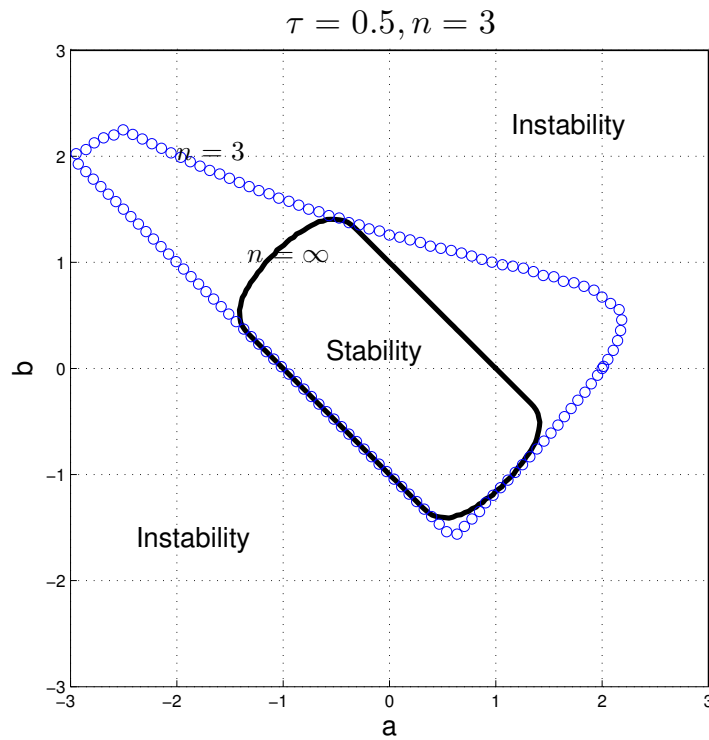


Рис. 1.5. Область устойчивости для сети (1.2), (1.3) при $\tau = 0.5$, $n = 3$.

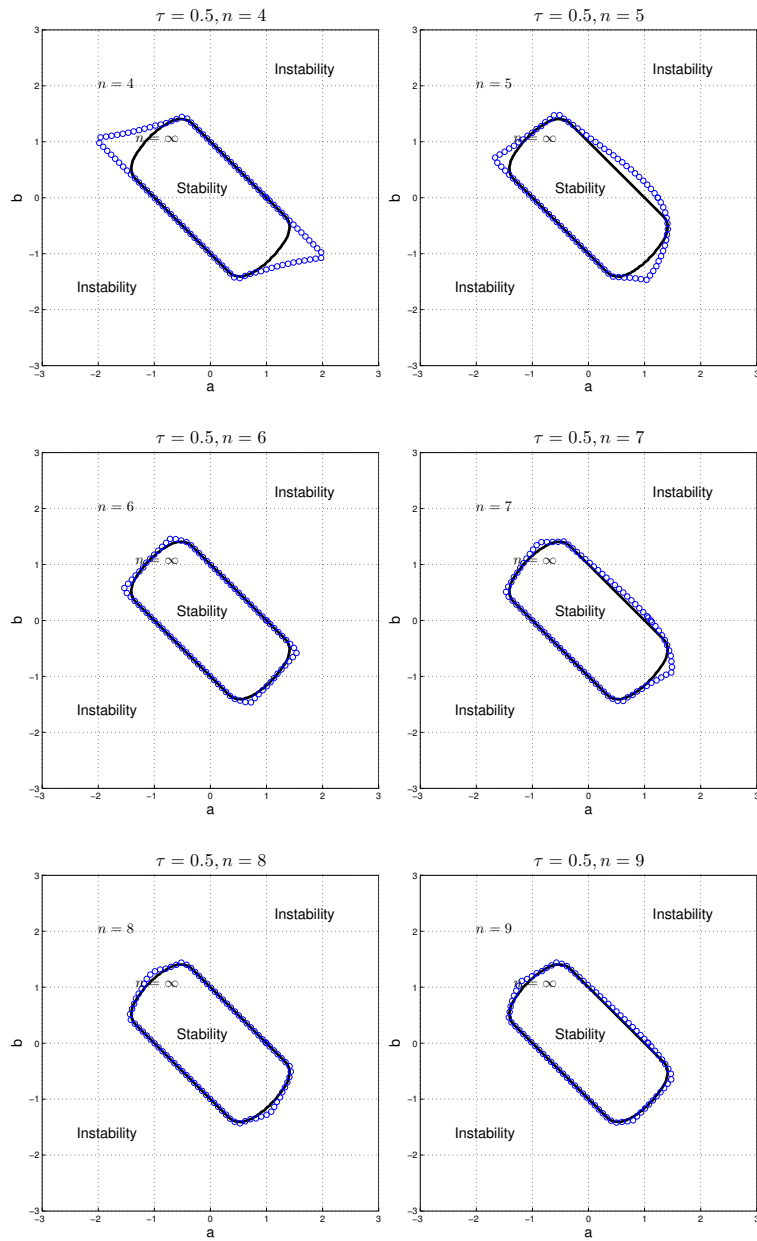


Рис. 1.6. Границы областей устойчивости для системы (1.2), (1.3) для $\tau = 0.5$ и значений n от 4 до 9 показана кружками. Сплошная линия - граница области устойчивости, гарантированной для любого n .

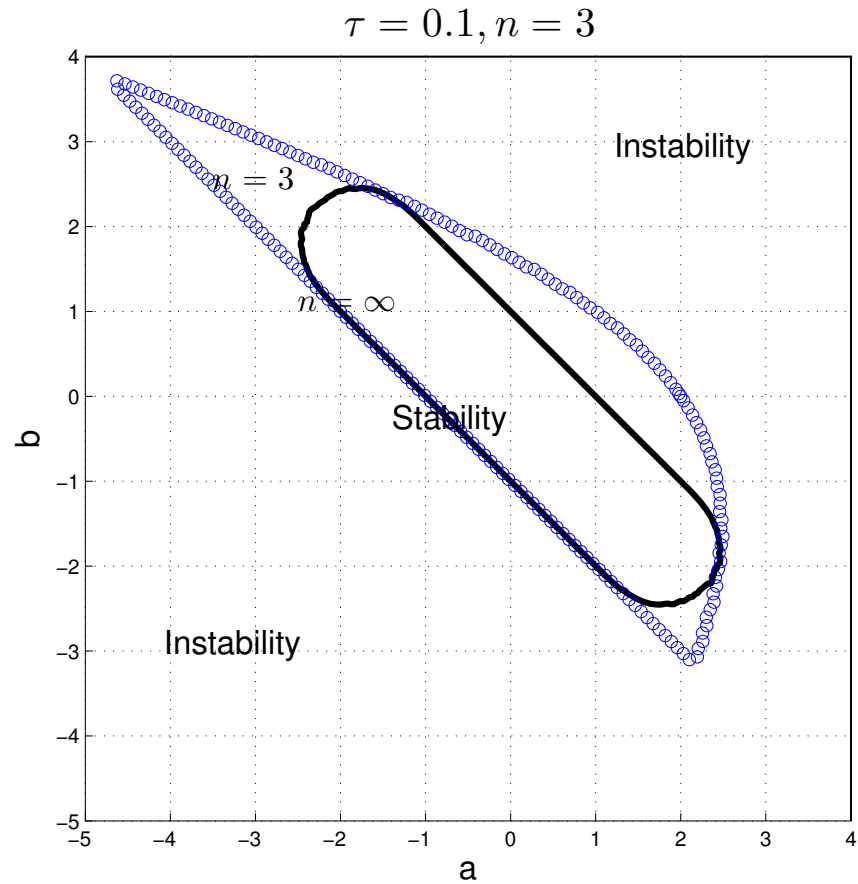


Рис. 1.7. Границы областей устойчивости для системы (1.2), (1.3) для $\tau = 0.1$. Сплошная линия - граница области устойчивости, гарантированной для любого n .

1.2.2 Сети с малыми и большими значениями запаздываний

1.3 Границы областей устойчивости кольцевых сетей с ограниченным количеством нейронов и двусторонним запаздыванием

Мы рассматриваем задачу устойчивости системы (см. формулу (??))

$$\dot{x}_j(t) + x_j(t) + a x_{j-1}(t - \tau) + b x_{j+1}(t - \tau) = 0 \quad (j \bmod n). \quad (1.4)$$

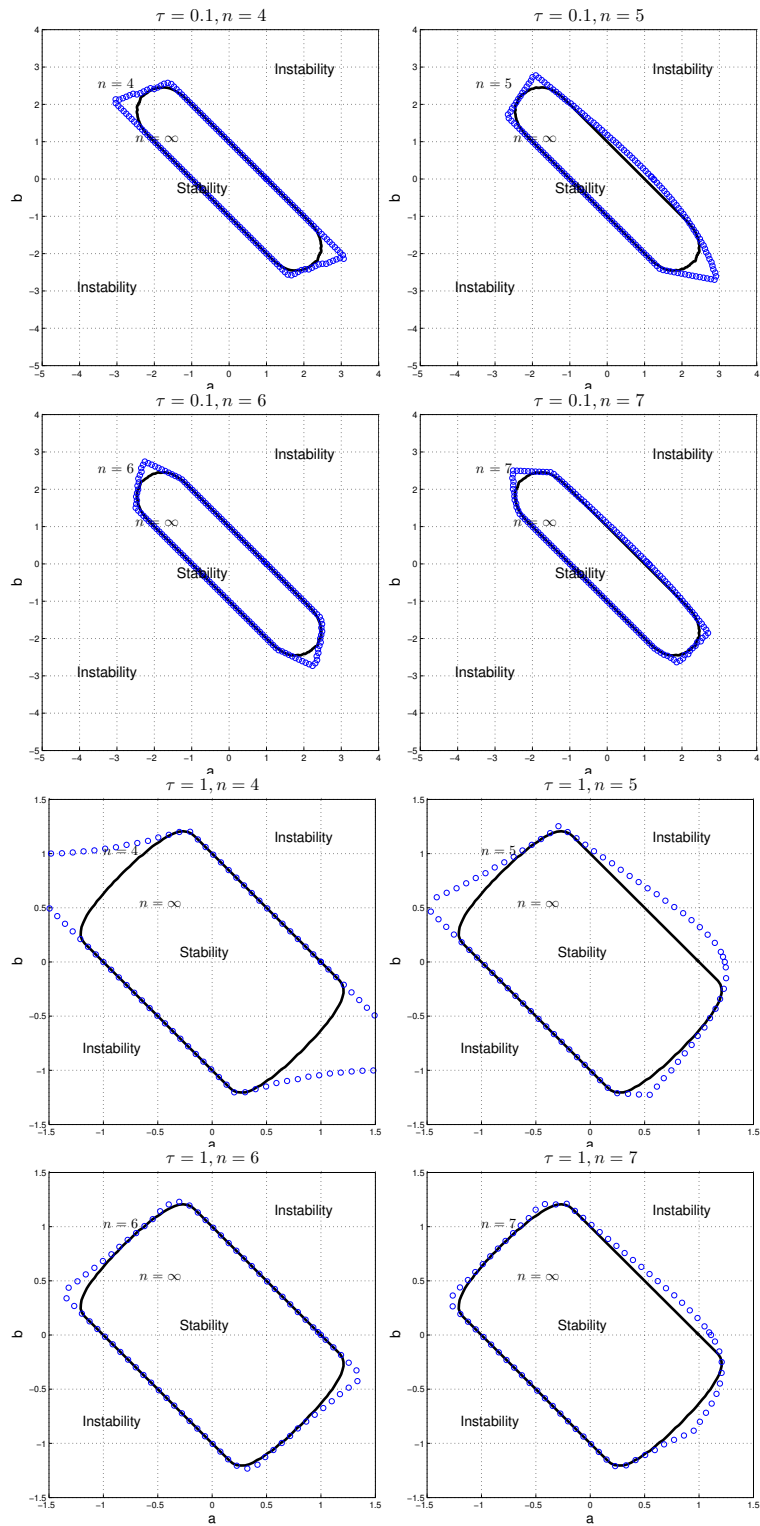


Рис. 1.8. Границы областей устойчивости для системы (1.2), (1.3) для $\tau = 0.1$ (верхние четыре рисунка) и для $\tau = 1.0$ (нижние 4 рисунка). Сплошная линия - граница области устойчивости, гарантированной для любого n .

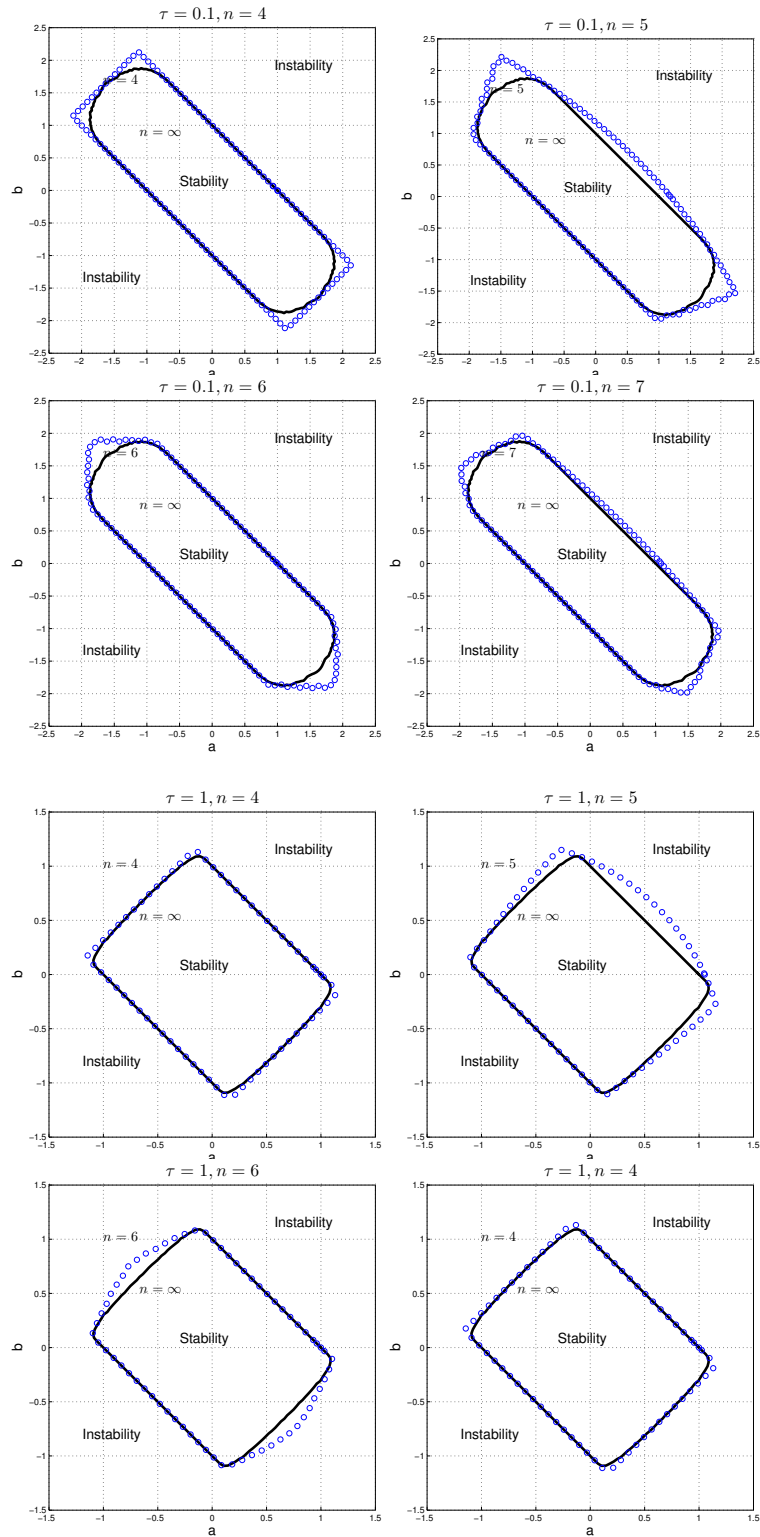


Рис. 1.9. Границы областей устойчивости для системы $(?)$, (1.3) с двусторонним запаздыванием для $\tau = 0.1$ (верхние четыре рисунка) и для $\tau = 1.0$ (нижние 4 рисунка). Сплошная линия - граница области устойчивости, гарантированной для любого n .

Литература