**Задача № 2**

Исследование релаксационных автоколебаний и возбудимой динамики в модели Филда-Кереша-Нойеса

Вариант № 1

Рассмотреть модель химической реакции Филда-Кереша-Нойеса (упрощенная модель реакции Белоусова-Жаботинского), протекающей в реакторе идеального смешения. В основе модели лежит система двух уравнений с малым параметром , описывающая изменение концентраций  и  в реакторе со временем:

 (1)

где  параметры,  и , .

**1.** Определить, 1) при каких значениях параметра *а* изоклина первого уравнения имеет S-образный характер; 2) при каких значениях параметров *а* и *b* изоклина второго уравнения пересекает изоклину первого уравнения так, что в системе возможно возникновение **А) релаксационных автоколебаний**, **Б) возбудимой динамики**, **В) множественности стационарных состояний**. Для всех трех случаев А, Б, В выбрать параметры *а* и *b* и на фазовой плоскости нарисовать главные изоклины системы (1), отметить стационарные точки.

**2.** Рассмотреть случай А), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно). Для этого численно посчитать несколько траекторий системы (1) с разными начальными точками (), используя, например, метод Рунге-Кутты. На фазовой плоскости нарисовать изоклины и отметить стационарные точки.

Нарисовать графики зависимости концентраций от времени для разных .

**3.** Рассмотреть случай Б), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно), нарисовать изоклины.

Нарисовать зависимости концентраций от времени для разных , показывающие возбудимую динамику системы.

**4.** Рассмотреть случай В), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Положить  0.01 и нарисовать фазовый портрет системы. Траекторий должно быть 10 (5 из них должны стремиться к одному стационары, 5 – к другому).

**Задача № 2**

Исследование релаксационных автоколебаний и возбудимой динамики в модели типа ФитцХью−Нагумо

Вариант № 2

Рассмотреть модель ФитцХью-Нагумо, описывающую прохождение импульсов по нервному волокну. В основе модели лежит система двух уравнений с малым параметром , описывающая изменение переменных  и  со временем:

 (1)

где  положительные параметры.

**1.** Определить, при каких значениях параметров *аi* и *b* изоклина второго уравнения пересекает изоклину первого уравнения так, что в системе возможно возникновение **А) релаксационных автоколебаний**, **Б) возбудимой динамики**, **В) множественности стационарных состояний**. Для всех трех случаев А, Б, В выбрать параметры *а* и *b* и на фазовой плоскости нарисовать главные изоклины системы (1), отметить стационарные точки.

**2.** Рассмотреть случай А), взять выбранные параметры *аi* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно). Для этого численно посчитать несколько траекторий системы (1) с разными начальными точками (), используя, например, метод Рунге-Кутты. На фазовой плоскости нарисовать изоклины и отметить стационарные точки.

Нарисовать графики зависимости концентраций от времени для разных .

**3.** Рассмотреть случай Б), взять выбранные параметры *аi* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно), нарисовать изоклины.

Нарисовать зависимости концентраций от времени для разных , показывающие возбудимую динамику системы.

**4.** Рассмотреть случай В), взять выбранные параметры *аi* и *b***.** Положить  0.01 и нарисовать фазовый портрет системы. Траекторий должно быть 10 (5 из них должны стремиться к одному стационары, 5 – к другому).

**Задача № 2**

Исследование релаксационных автоколебаний и возбудимой динамики в модели Баркли

Вариант № 3

Рассмотреть модель Баркли, описывающую динамику двухкомпонентной химической реакции с ингибитором и активатором. В основе модели лежит система двух уравнений с малым параметром , описывающая изменение концентраций  и  со временем:

 (1)

где  положительные параметры.

**1.** Определить, при каких значениях параметров *а* и *b* изоклина второго уравнения пересекает изоклину первого уравнения так, что в системе возможно возникновение **А) релаксационных автоколебаний**, **Б) возбудимой динамики**, **В) множественности стационарных состояний**. Для всех трех случаев А, Б, В выбрать параметры *а* и *b* и на фазовой плоскости нарисовать главные изоклины системы (1), отметить стационарные точки.

**2.** Рассмотреть случай А), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно). Для этого численно посчитать несколько траекторий системы (1) с разными начальными точками (), используя, например, метод Рунге-Кутты. На фазовой плоскости нарисовать изоклины и отметить стационарные точки.

Нарисовать графики зависимости концентраций от времени для разных .

**3.** Рассмотреть случай Б), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно), нарисовать изоклины.

Нарисовать зависимости концентраций от времени для разных , показывающие возбудимую динамику системы.

**4.** Рассмотреть случай В), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Положить  0.01 и нарисовать фазовый портрет системы. Траекторий должно быть 10 (5 из них должны стремиться к одному стационары, 5 – к другому).

**Задача № 2**

Исследование релаксационных автоколебаний и возбудимой динамики в модели ФитцХью−Нагумо

Вариант № 4

Рассмотреть модель ФитцХью-Нагумо, описывающую прохождение импульсов по нервному волокну. В основе модели лежит система двух уравнений с малым параметром , описывающая изменение переменных  и  со временем:

 (1)

где  положительные параметры.

**1.** Определить, при каких значениях параметров *а* и *b* изоклина второго уравнения пересекает изоклину первого уравнения так, что в системе возможно возникновение **А) релаксационных автоколебаний**, **Б) возбудимой динамики**, **В) множественности стационарных состояний**. Для всех трех случаев А, Б, В выбрать параметры *а* и *b* и на фазовой плоскости нарисовать главные изоклины системы (1), отметить стационарные точки.

**2.** Рассмотреть случай А), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно). Для этого численно посчитать несколько траекторий системы (1) с разными начальными точками (), используя, например, метод Рунге-Кутты. На фазовой плоскости нарисовать изоклины и отметить стационарные точки.

Нарисовать графики зависимости концентраций от времени для разных .

**3.** Рассмотреть случай Б), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Для четырех значений параметра  0.001, 0.01, 0.1 и 0.5 построить фазовые портреты системы (четыре фазовых портрета отдельно), нарисовать изоклины.

Нарисовать зависимости концентраций от времени для разных , показывающие возбудимую динамику системы.

**4.** Рассмотреть случай В), взять выбранные параметры *а* и *b***.** Положить  0.01 и нарисовать фазовый портрет системы. Траекторий должно быть 10 (5 из них должны стремиться к одному стационары, 5 – к другому).