**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 1

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) У + \* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ и PУ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.12, = 0.01, = 0.0032, = 1, = 0.001.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.001, 0.005, 0.01, 0.015 и 0.02.

Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл.
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 2

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) У + \* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ и PУ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.12, = 0.01, = 0.0032, = 1, = 0.001.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.1, 0.5, 1, 1.5 и 2.0, 2.5

Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 3

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) У + \* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ и PУ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.12, = 0.01, = 0.0032, = 1, = 0.001.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.001, 0.005, 0.01, 0.015 и 0.02.
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл.
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 4

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) [Х] ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.001, 0.005, 0.01, 0.015 и 0.02.
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл.
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 5

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) [Х] ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.001, 0.005, 0.01, 0.015 и 0.02.

Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл.
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 6

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) [Х] ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.1, 0.5, 1, 1.5 и 2.0, 2.5
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 7

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) [Х] + \* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.

Здесь  – концентрация свободных мест.



Базовый набор параметров: = 0.12, = 0.01, = 0.0032, = 1, = 0.001.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.001, 0.005, 0.01, 0.015 и 0.02.
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл.

Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 8

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) [Х] + \* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.

Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.001, 0.005, 0.01, 0.015 и 0.02.
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл.
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 6

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) [Х] + \* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.

Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.1, 0.5, 1, 1.5 и 2.0, 2.5
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 10

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) У + 2\* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ и PУ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.

Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.1, 0.5, 1, 1.5 и 2.0, 2.5
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 11

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) У + 2\* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ и PУ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.

Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.1, 0.5, 1, 1.5 и 2.0, 2.5
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.

**Курсовая работа № 2**

**Построение фазового портрета химической реакции**

Вариант № 12

**Автокаталитическая реакция с буферной стадией**

### Кинетическая схема реакции

 k1+

1) Х + \* ⇔ [Х]

 k1-

 k2

2) [Х] + 2\* ⇒ 3\* + Х↑

 k3+

3) У + 2\* ⇔ [У]

 k3-

Здесь ** – свободный адсорбционный центр на поверхности, [Х] и [У] – адсорбированные на поверхности атомы веществ Х и У соответственно. Температура Т поддерживается постоянной, парциальные давления газов PХ и PУ в газовой фазе постоянные.

Уравнения модели относительно концентраций *х* и *у* имеют вид:

Здесь  – концентрация свободных мест.

Базовый набор параметров: = 0.2, = 0.01, = 0.004, = 3, = 0.002.

**Однопараметрический анализ.**

1. Построить зависимость стационарных решений *хс* и *ус* от параметра  для нескольких значений параметра : 0.1, 0.5, 1, 1.5 и 2.0, 2.5
2. Исследуя след и определитель матрицы Якоби, найти точки бифуркаций, уточнить и отметить их на графиках.

**Двухпараметрический анализ.**

1. На плоскости параметров ,  построить параметрический портрет системы, провести линии кратности и нейтральности. Найти точки бифуркаций ко-размерности 2, С (трехкратный корень) и ТВ (Такенса-Богданова, два с.з. равны 0).
2. Для одного из набора параметров в области колебаний построить фазовый портрет системы: отметить стационарную точку нарисовать предельный цикл, нарисовать несколько траекторий, которые наматываются на цикл
3. Нарисовать графики колебаний *х(t)* и *у(t)*.