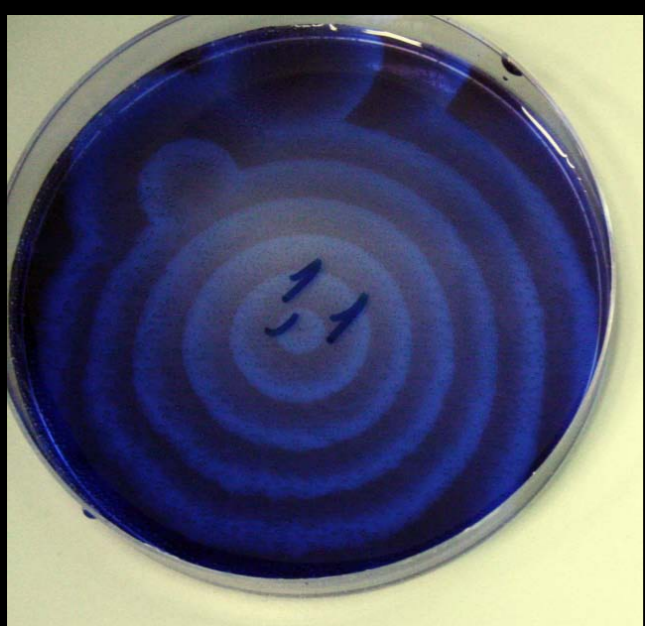


Реакция Белоусова-Жаботинского

Лашкевич З., Лысенко Р., Андрианов Р., Глазова Е., Котова Д., Котова Т., Крюков М., Миронов И., Пивнюк А., Холина Т., Янина Е.
Школа молекулярной и теоретической биологии г. Пущино, ЛАБОРАТОРИЯ КОЛИЧЕСТЕННОЙ БИОЛОГИИ

Теория

Реакция Белоусова-Жаботинского (БЖР) является автоколебательной реакцией, то есть она может переходить из одного состояния в другое бесконечно долго, если вовремя подливать реагенты. Колебания выражаются периодическим изменением цвета, и выглядят как волны от камня, упавшего в воду. Но появляются они где и когда захотят. Автоколебательные реакции окружают всю нашу жизнь, их можно обнаружить чуть ли не везде. Примером могут служить окраска зебры, биение сердца, лесной пожар, живая волна на стадионе...



Открытие Белоусова в корне поменяло убеждения ученых того времени и стало причиной изучения новых направлений в науке.

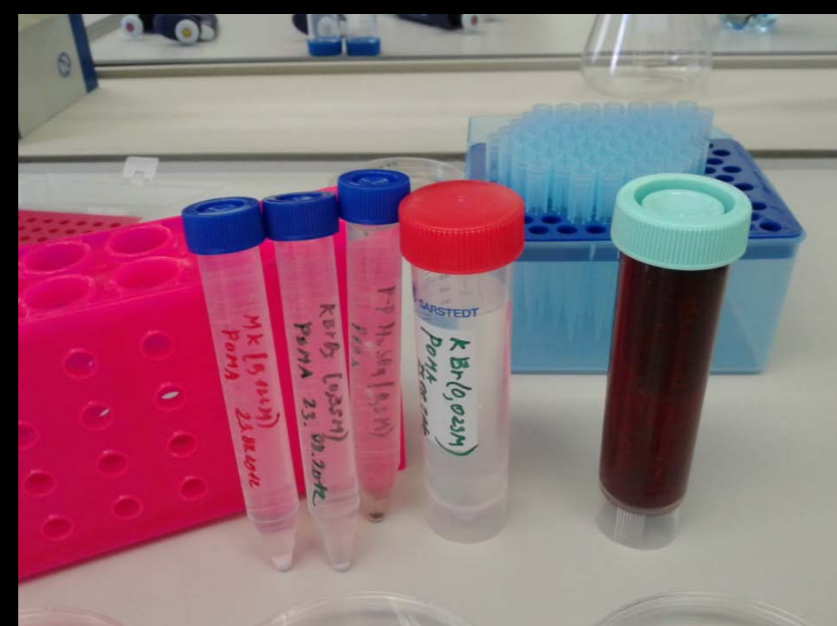
Химия процесса

В нашем эксперименте мы использовали следующие реагенты:

- бромид калия KBr
- бромат калия $KBrO_3$
- малоновая кислота $HOOCCH_2COOH$
- ферроин $Fe(C_{12}H_8N_2)_3SO_4$
- серная кислота H_2SO_4

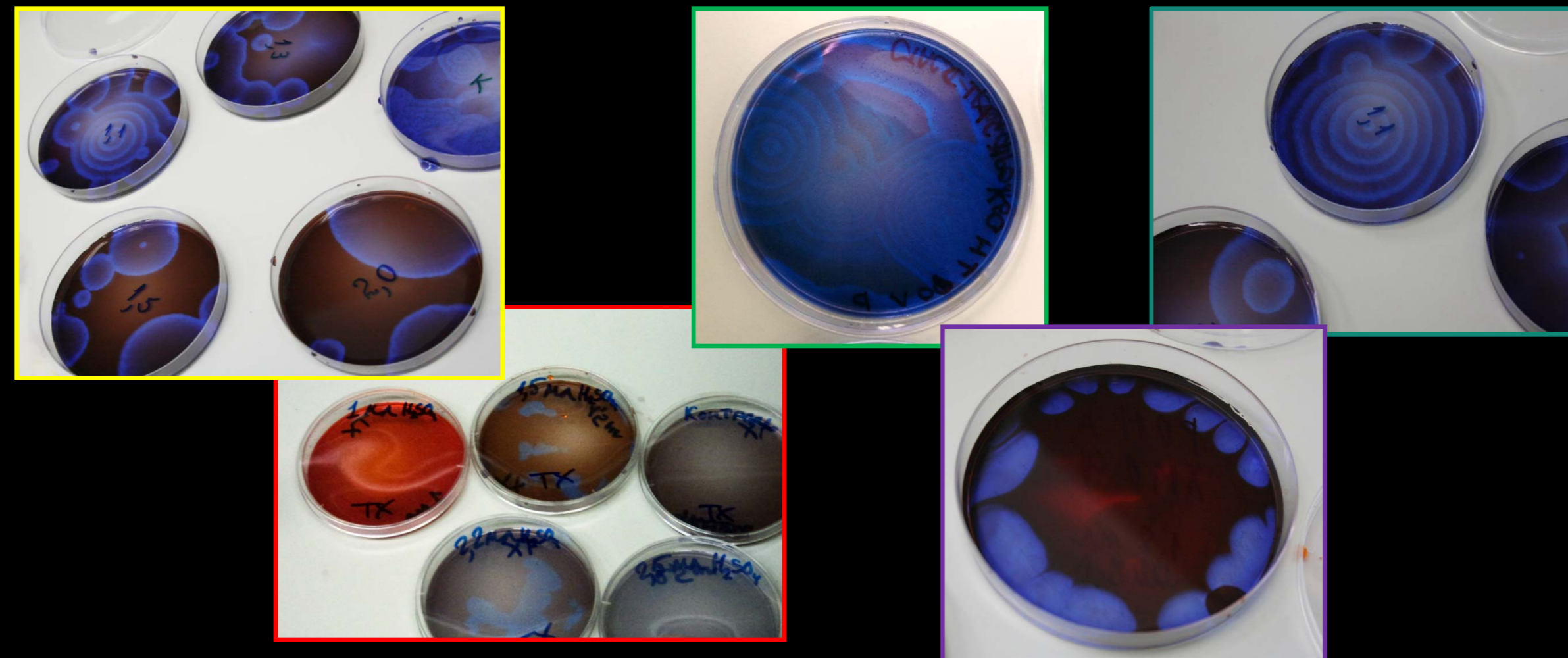
Происходящие реакции:

- $BrO_3^- + 3Br + 6H^+ = 3Br_2 + 3H_2O$
- $3Br_2 + 10CH_2(COOH)_2 + 38H_2O = 6BrCH(COOH)_2 + 4HCOOH + 8CO_2 + 30H_3O^+$
- $6[Fe(phen)_3]^{2+} + 6H_3O^+ + BrO_3^- = 6[Fe(phen)_3]^{3+} + 9H_2O + Br^-$
- $4[Fe(phen)_3]^{3+} + BrCH(COOH)_2 + 7H_2O = 2CO_2 + 5H_3O^+ + Br^- + 4[Fe(phen)_3]^{2+}$

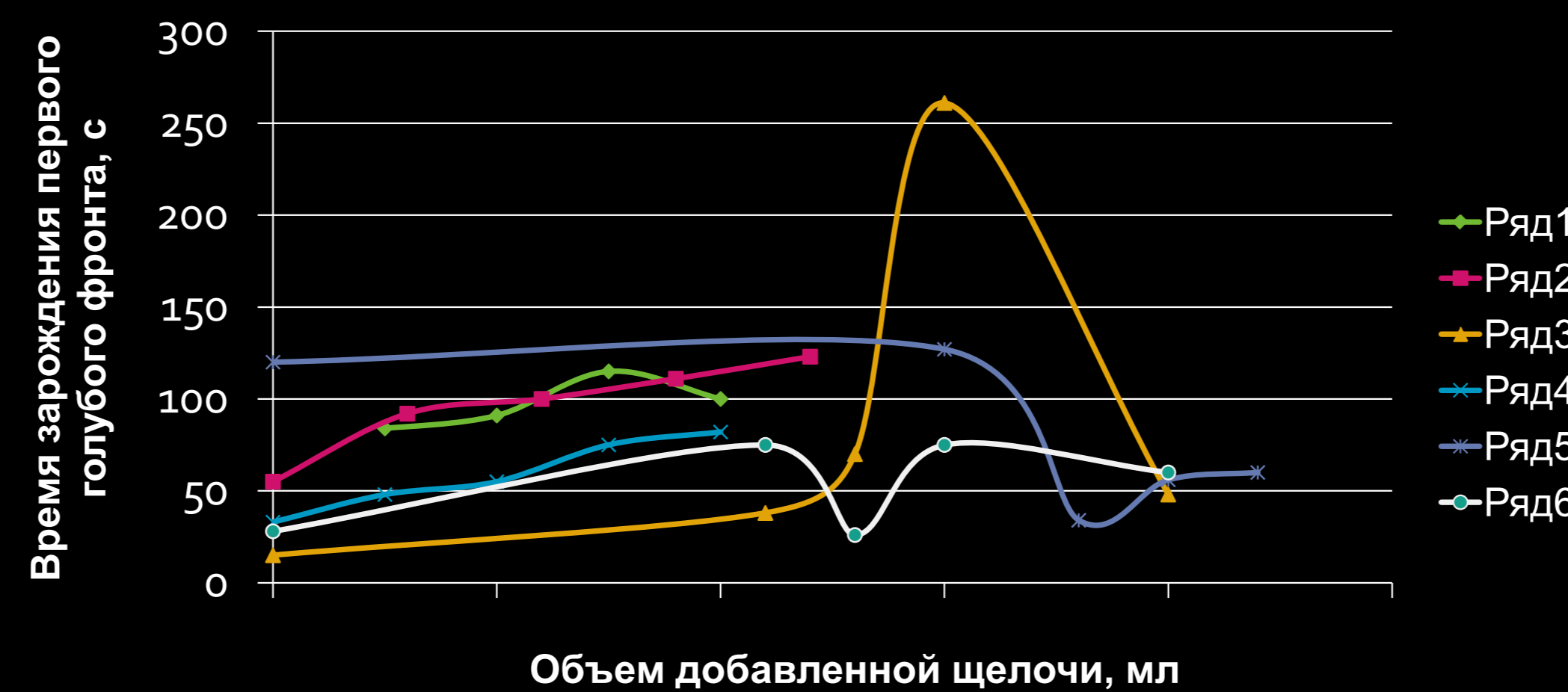


Результаты

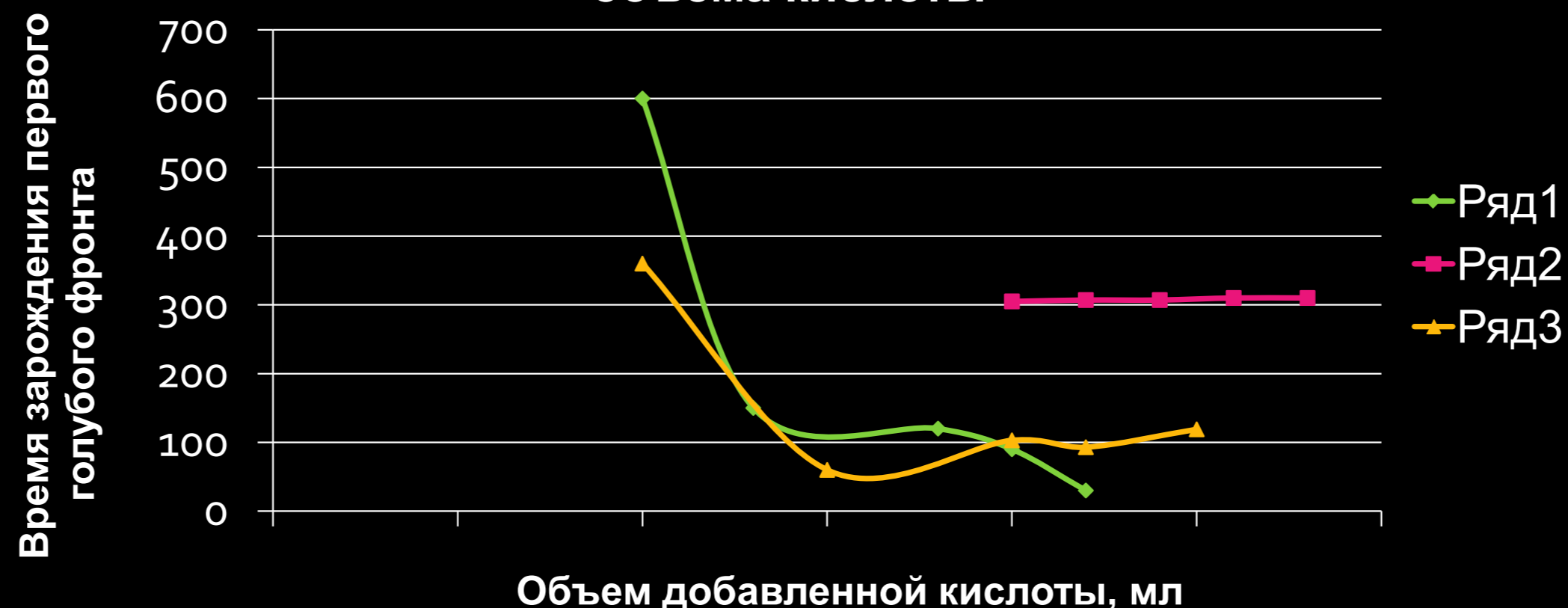
Экспериментальным путем мы получили скорость распространения волн.
 $V_{ср} = 0,07\text{мм/с}$ $0,01\text{мм/с}$
Оказалось, что фронты волн движутся равномерно.



Зависимость времени зарождения фронта от объема щелочи



Зависимость времени зарождения фронта от объема кислоты



История

Реакция была открыта Б. П. Белоусовым в 1951 году, когда после исследований цикла Кребса, он искал автоколебания. Сообщение об открытии было принято с недоверием и усмешкой: в это время считали, что автоколебания в химических системах невозможны. Статью Белоусова упорно отклоняли в научных журналах, и опубликовать результаты получилось только спустя 8 лет. С. Э. Шноль, узнав об этом открытии, предложил своему аспиранту А. Жаботинскому исследовать механизм реакции. Группа Жаботинского подробно изучила происходящее, а также составила математическую модель.

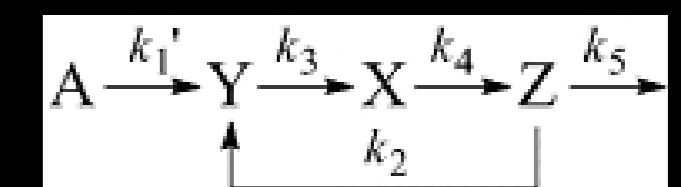


Борис Павлович Белоусов (1893-1970)



Анатолий Маркович Жаботинский (1938-2008)

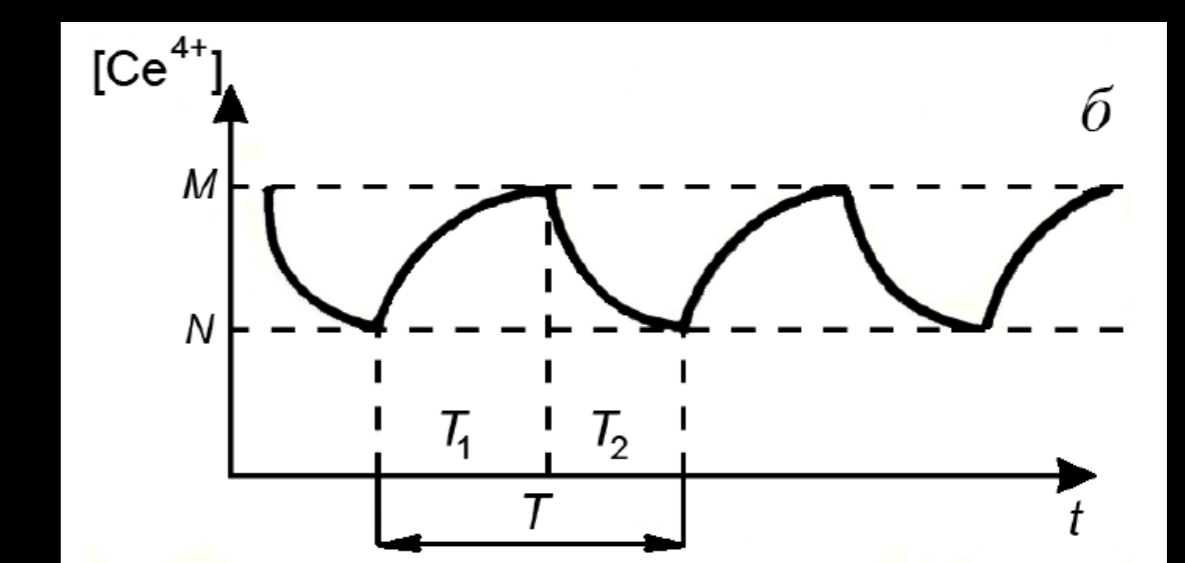
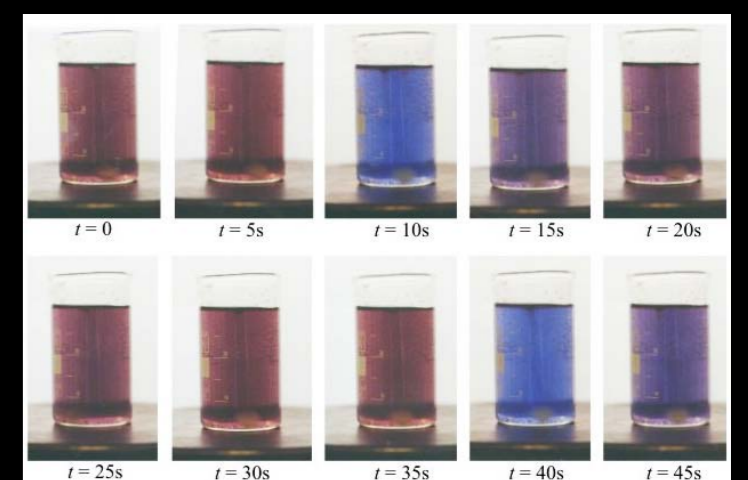
Уравнения модели:



$$\frac{dx}{dt} = k_2 y(c-x) - k_3 x,$$

$$\frac{dy}{dt} = -k_1 y(c-x) - k_2 yz + k_3 x,$$

$$\frac{dz}{dt} = k_3 x + k_6 (k_7 y - k_8)^2 x - k_4 z,$$



Выводы

1. Скорость автоволнового процесса определяется внутренним устройством среды.
2. Зарождение фронта происходит хаотично.
3. Количество появившихся фронтов зависит от объема добавленной щелочи. Чем больше щелочи, тем меньше фронтов.
4. Существует пороговое значение объема добавляемой кислоты, ниже которого колебания вообще не будут появляться.