

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии
наименование кафедры

Связанные автогенераторы с передачей возбуждения

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 461 группы

направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

код и наименование направления

факультета nano- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Ерофеева Валерия Сергеевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

д.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Е.П. Селезнёв

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Е.П. Селезнев

инициалы, фамилия

Саратов 2017 г.

Введение. Существует целый спектр автоколебательных систем различной природы, в которых возбуждение от одного генератора или объекта передается следующему, подобные системы еще называют системами с эстафетной передачей возмущения. Это могут быть связанные в цепочку автогенераторы. Подобные режимы наблюдаются при функционировании сердечно-сосудистой системы человека или живого организма возмущение передается на нервные окончания, которые управляют работой сердечными мышцами, те в свою очередь заставляют сжиматься сердце, кровь двигается по сосудам, при этом различные рецепторы контролируют работу системы в целом. При нарушении работы сердечно-сосудистой системы начинают срабатывать различные механизмы, пытающиеся привести ее работу к нормальному режиму. [1]

В теории динамических систем, а сердечно-сосудистую систему человека можно в определенном смысле рассматривать как динамическую, подобные объекты представляют интерес в связи с возбуждением в них сложных видов колебаний с особыми свойствами. [2]

В математической теории динамических систем вводятся так называемые гиперболические странные аттракторы, которые допускают далеко идущий теоретический анализ, обладают сильными хаотическими свойствами и характеризуются структурной устойчивостью, т. е. нечувствительностью к вариациям функций и параметров в определяющих уравнениях. Как считалось до недавнего времени, эти аттракторы дают лишь идеализированный “рафинированный” образ динамического хаоса, не имея отношения к динамике систем физического или технического происхождения. В обзорах и учебниках по нелинейной динамике они традиционно представлены искусственными математическими конструкциями, такими как аттрактор Плыкина и соленоид Смейла–Вильямса. Недавно был предложен принцип построения физических систем с гиперболическими аттракторами, состоящий в манипуляции фазами колебаний при передаче возбуждения между попеременно активными

парциальными осцилляторами, с тем чтобы трансформация фаз отвечала итерациям отображения с хаотической динамикой. Представляется естественным и уместным для реализации этого принципа использовать известный в теории колебаний и приложениях класс систем с параметрическим возбуждением, имея в виду возможность разработки на этой основе систем различной физической природы, в том числе в лазерной физике и нелинейной оптике. Она составлена из двух одинаковых подсистем, каждая из которых представлена схемой двухконтурного параметрического генератора. Численные результаты дают основание полагать, что в широком диапазоне параметров система имеет гиперболический аттрактор, который для отображения Пуанкаре представляет собой вариант соленоида Смейла–Вильямса. Однако из-за высокой размерности фазового пространства ($N_0 = 8$ для отображения Пуанкаре) аккуратной компьютерной проверки условий гиперболичности выполнено не было. В настоящей работе предлагается параметрический генератор с гиперболическим аттрактором, имеющий меньшую размерность фазового пространства. При конструировании модели использованы приемы и комбинации элементов, известные в контексте лазерной физики и нелинейной оптики. [3]

До последнего времени не был решен вопрос о реализации равномерного гиперболического аттрактора в автономной системе, то есть о создании полноценного высокочастотного генератора гиперболического хаоса с демонстрацией его функционирования в лабораторном эксперименте.

Цель данной работы является экспериментальная реализация системы двух автогенераторов с эстафетной передачей возмущения.

Основное содержание работы. В электронных устройствах различают два принципиально разных режима работы: автономный и вынужденный. В устройствах, работающих в вынужденном режиме, колебания в выходных цепях наблюдаются только при наличии внешних переменных возмущений, поступающих из предшествующих устройств. В устройствах, работающих в автоколебательном режиме, колебания на выходе возникают без каких либо

внешних воздействий. Последние устройства называют генераторами с самовозбуждением, автогенераторами или просто генераторами. В большинстве генераторов происходит преобразование энергии постоянного тока в энергию переменного тока. Следует отметить, что существуют так называемые параметрические генераторы, в которых возбуждение автоколебаний происходит за счет внешнего периодического воздействия, называемого накачкой.

В зависимости от формы выходных колебаний различают генераторы гармонических колебаний и релаксационные. Первые широко используются в радиотехнических и измерительных устройствах, а вторые – главным образом в импульсной и цифровой технике.

Основным узлом автогенератора гармонических колебаний является колебательная система.

Вторым обязательным узлом любого реального генератора является блок питания, который обеспечивает энергию для поддержания автоколебаний.

Третьим обязательным элементом является активный элемент, который управляет передачей энергии от блока питания автоколебаниям. Для возбуждения автоколебаний необходима цепь обратной положительной связи, с помощью которой обеспечиваются условия возбуждения автоколебаний. Выделяют два типа автогенераторов: с активным нелинейным элементом, в качестве которых используются электронные лампы и различные типы транзисторов. И генераторы на основе элемента с отрицательным дифференциальным сопротивлением, в качестве последнего используются некоторые типы схем, а также некоторые типы диодов: туннельные, обращенные, лавинно-пролетные и диоды Ганна. [4]

Разработанная система автогенераторов. На рисунке 1 представлена полная схема системы автогенераторов с передачей возбуждения, которая была начерчена в системе автоматизированного проектирования Altium Designer 16. Она включает генератор 1, генератор 2, делитель частоты, а

также схемы передачи возбуждения генератора 1 к генератору 2 и наоборот. В качестве базовой схемы, используется классическая схема с емкостной обратной связью на двух затворном полевом транзисторе типа BF998.

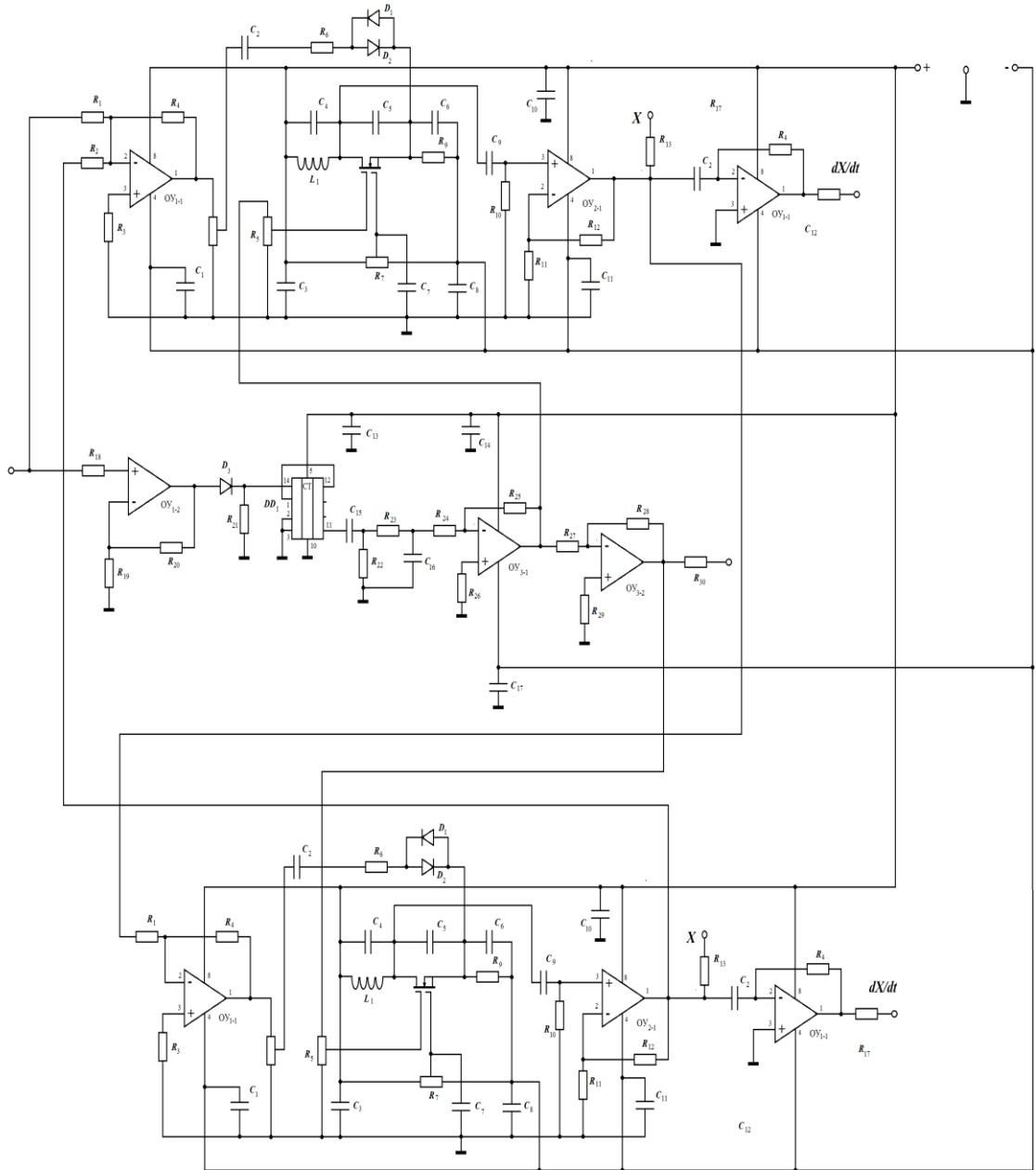


Рисунок 1 Схема системы автогенераторов с передачей возбуждения

Результаты экспериментальных исследований. С автогенераторов были сняты осциллограммы, с помощью четырех канального цифрового осциллографа.

На рисунке 2 представлены осциллограммы напряжений на выходах (X, dX/dt), (Y, dY/dt).

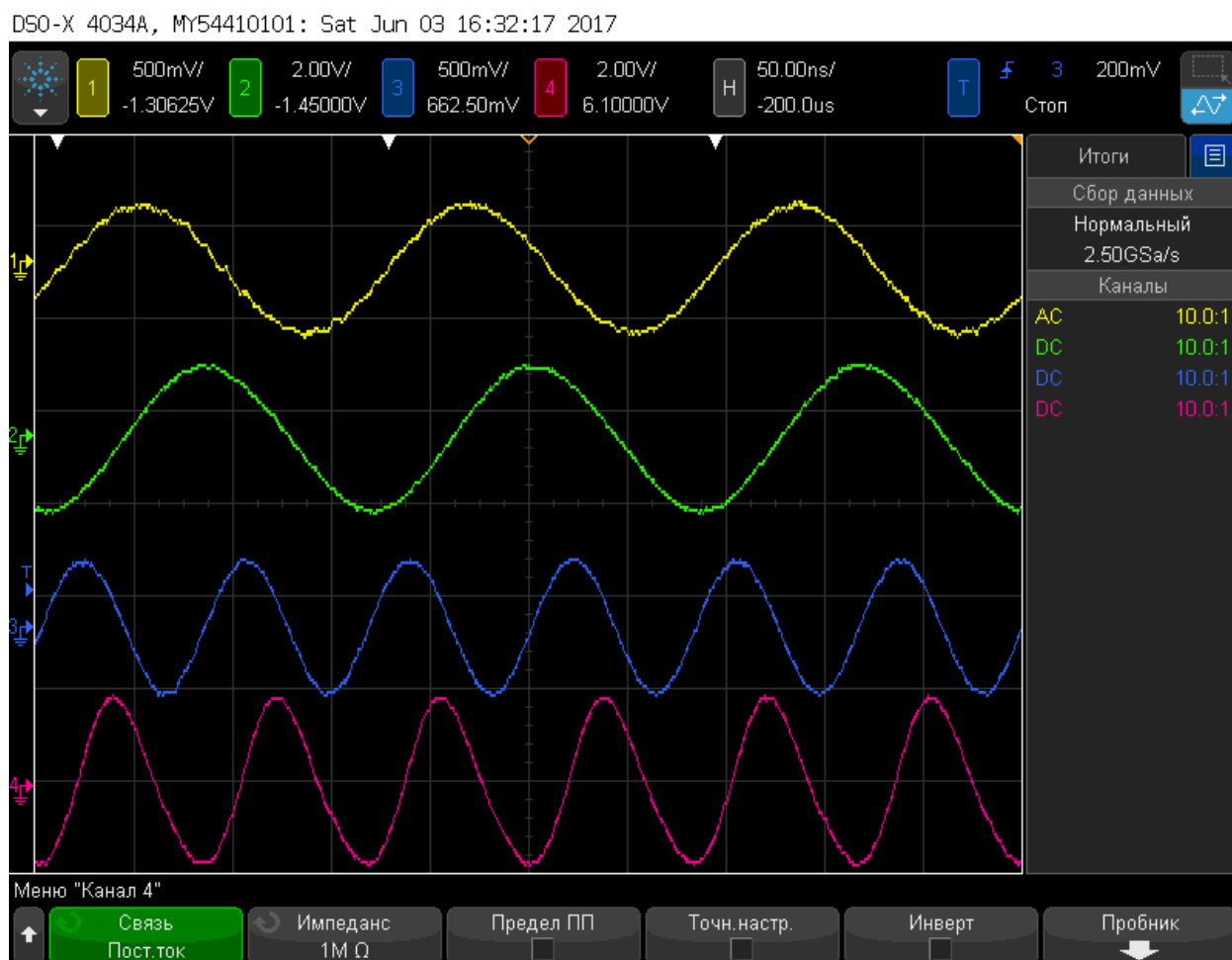


Рисунок 2 Осциллограммы напряжений на выходах (X, dX/dt), (Y, dY/dt), по оси абсцисс напряжение в В, по оси ординат время в с

На рисунке 3 представлен спектр мощности генераторов. Первая гармоника соответствует первому генератору, вторая гармоника соответствует второму генератору.

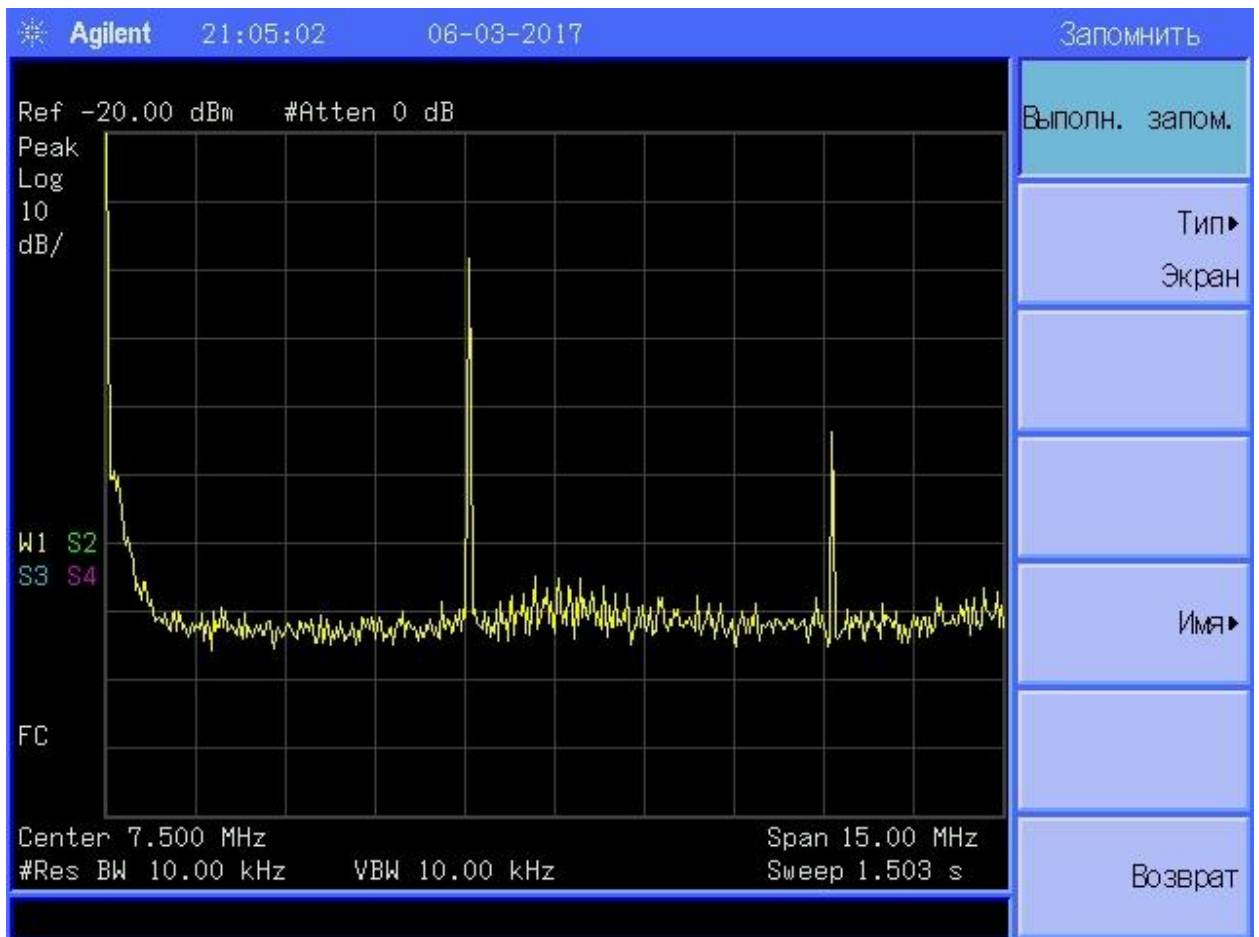


Рисунок 3 Спектр мощности, по оси абсцисс частота в МГц, по оси ординат мощности в ДБ

При включении в цепь опорного генератора видим на рисунке 4 осциллограммы напряжений на выходах ($X, dX/dt$), ($Y, dY/dt$).



Рисунок 4 Осциллограммы напряжений при включении в цепь опорного генератора на выходах (X, dX/dt), (Y, dY/dt), по оси абсцисс напряжение в В, по оси ординат время в с

В отсутствии связи автоколебания генераторов несинхронизированы, что подтверждается проекцией фазового портрета на плоскость (X,Y) рисунке 5.

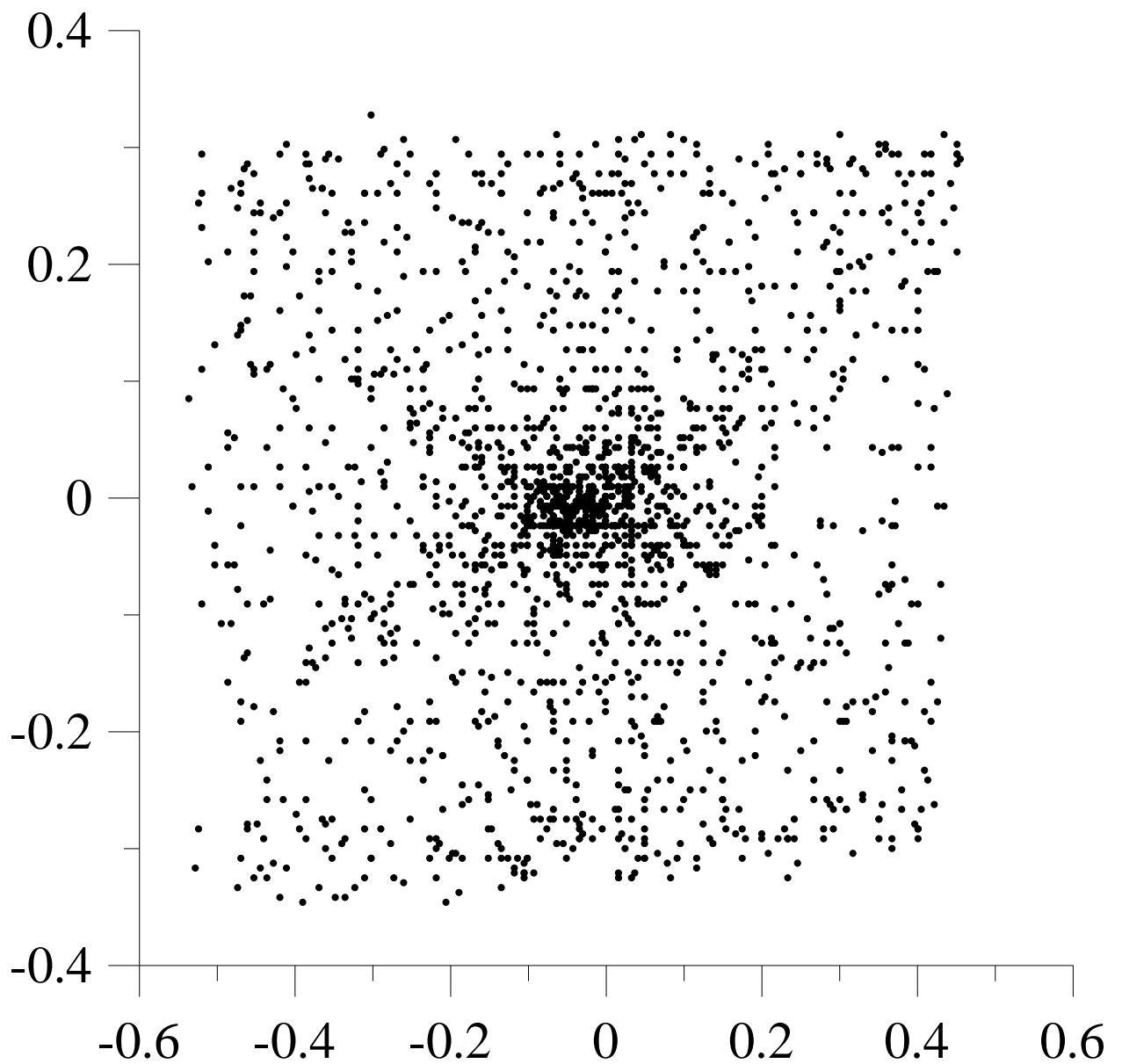


Рисунок 5 Фазовый портрет (X, Y) в отсутствии синхронизации, по оси абсцисс напряжение X в В, по оси ординат напряжение Y в В

На рисунке 6 представлены осциллограммы напряжений на выходах $(X, dX/dt)$, $(Y, dY/dt)$ при синхронизации.

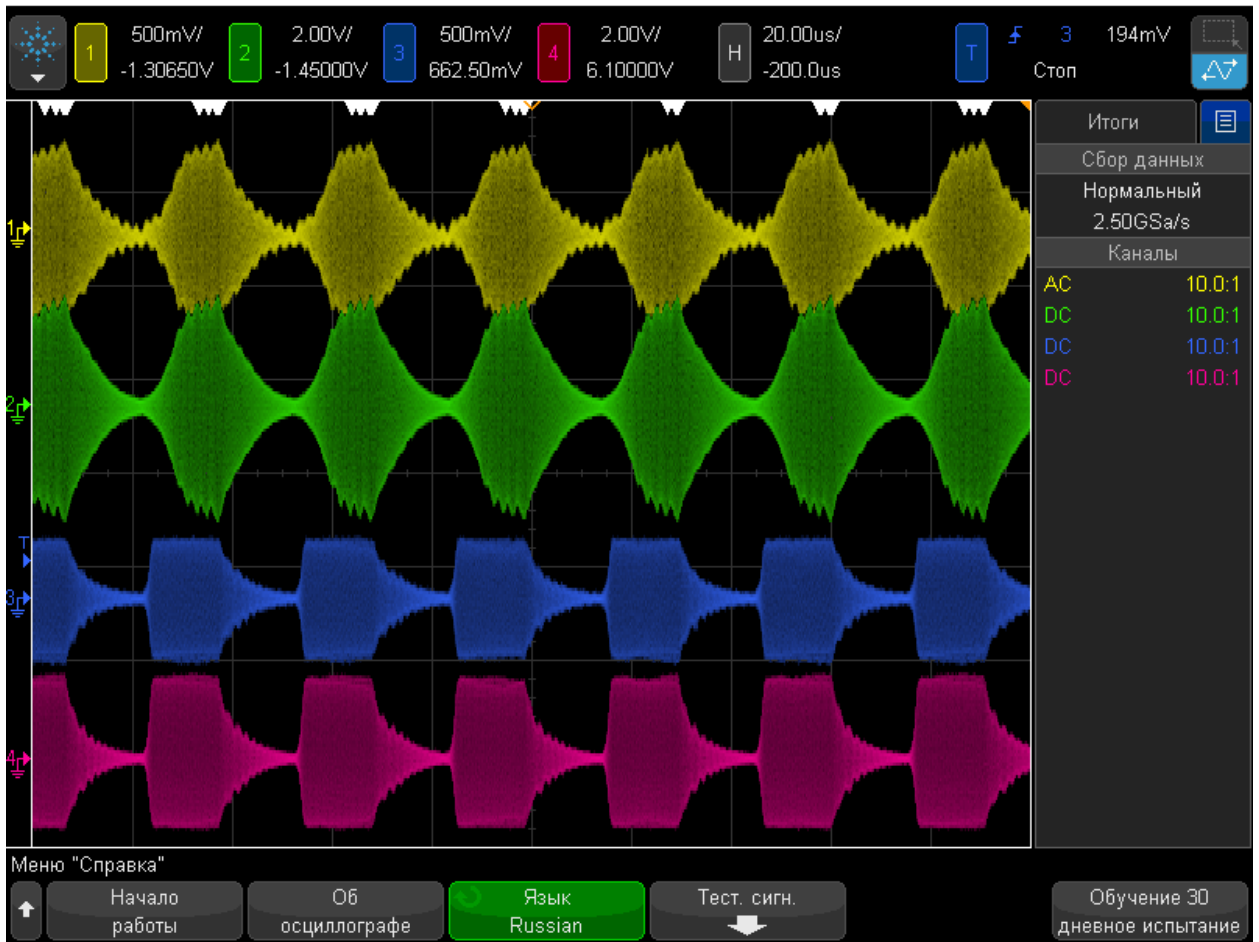


Рисунок 6 Осциллограммы $(X, dX/dt)$, $(Y, dY/dt)$ при синхронизации, по оси абсцисс напряжение в В, по оси ординат время в с

На рисунке 7 представлены проекции фазовых портретов на плоскости (X, Y) при наличии синхронизации.

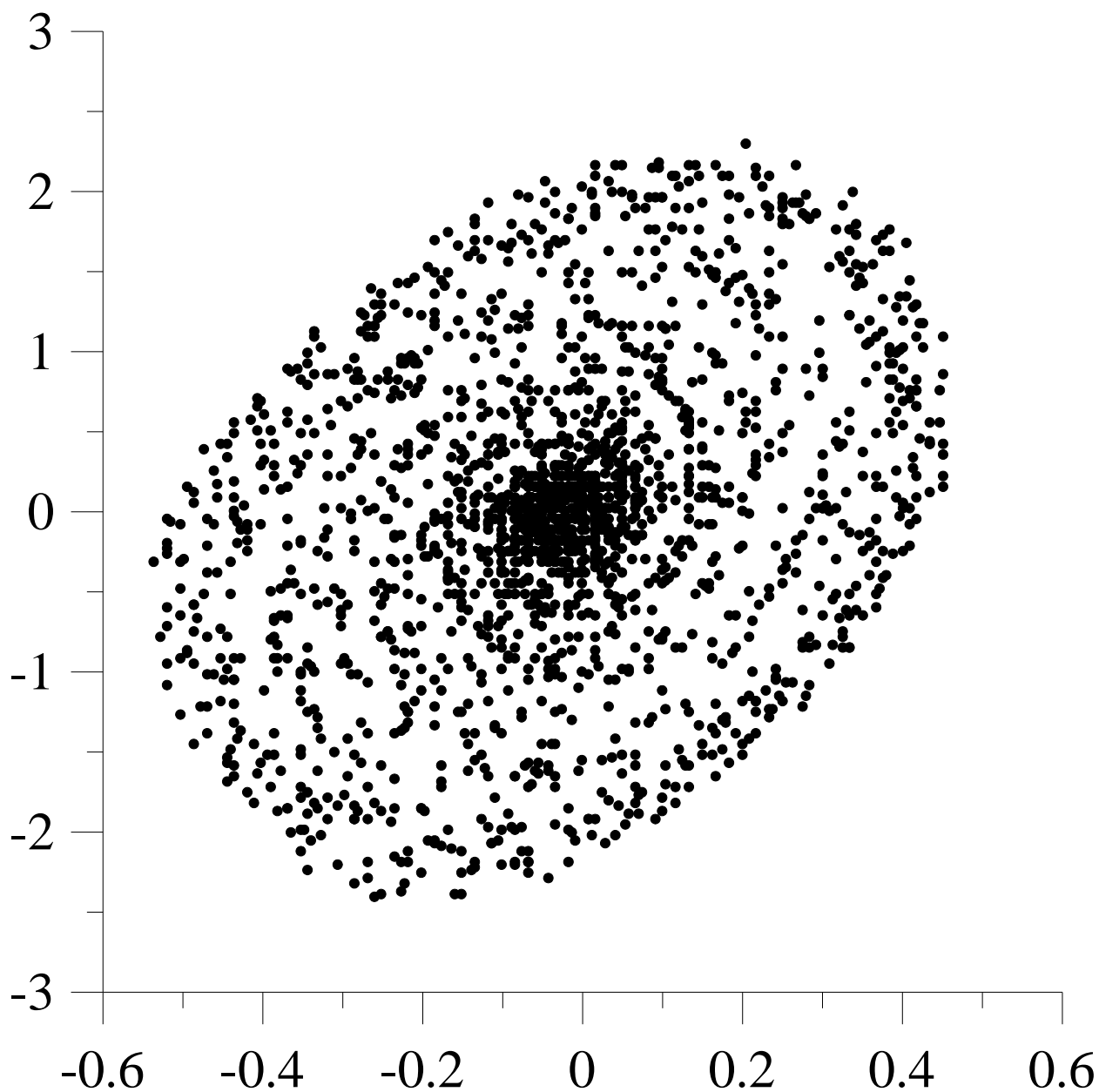


Рисунок 26 Фазовый портрет (X, Y) при наличии синхронизации, по оси абсцисс напряжение X в В, по оси ординат напряжение Y в В

Заключение. В ходе выполнения квалификационной работы был сделан обзор работ по динамическим системам с передачей возбуждения. Была разработана электрическая принципиальная схема связанных автогенераторов с передачей возбуждения. Освоена система автоматизированного проектирования Altium Designer 16.

С помощью системы автоматизированного проектирования Altium Designer 16 был изготовлен экспериментальный макет связанных автогенераторов с передачей возбуждения. Была проведена наладка работы

отдельных узлов и системы в целом. Были проведены экспериментальные исследования различных режимов колебаний. Показано, что и в режиме хаотических колебаний и передачи возбуждения имеет место синхронизация автогенераторов.

Литература

1. Способ оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека / А.С. Караваев, Е.В. Сидак, В.И. Пономаренко и др. // Novus Trend. – 2010. - №1. – С. 30-31.
2. Взаимодействие 0.1 Гц-колебаний в вариабельности ритма сердца и вариабельности кровенаполнения дистального сосудистого русла / А.Р. Киселёв, В.С. Хорев, В.И. Гриднев и др. // Физиология человека. – 2012. - №3. – С. 92-99.
4. Кузнецов, С.П. Хаотическая динамика в физической системе со странным аттрактором типа Смейла – Вильямса / С.П. Кузнецов, Е.П. Селезнёв // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2006. №2. – С. 400-412.
5. Синай, Я.Г. Нелинейные волны / Я.Г. Синай. – Москва: Наука, 1979. 192 с.