

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

Кафедра общей физики

**Расчет магниточувствительного автогенератора**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 4022 группы Института физики

направления подготовки 03.03.02 «Физика»

**Папенкова Кирилла Олеговича**

Научный руководитель

д.ф.- м.н., профессор \_\_\_\_\_

А.А. Игнатьев

Зав. кафедрой

д.ф.- м.н., профессор \_\_\_\_\_

А.А. Игнатьев

Саратов 2021

## Введение

Тема данной работы посвящена расчёту характеристик магниточувствительного автогенератора и поиску режима динамического подавления шума автогенератора.

Объект исследования - магниточувствительный автогенератор, исследование его характеристик, поиск путей повышения магнитной чувствительности.

Цель исследования - изложение обширного теоретического материала по темам виды, режимы и характеристики автогенераторов. Также в работе будет рассмотрена эквивалентная схема модели Гуммеля-Пуна. Будет рассмотрена и изучена эквивалентная схема автогенератора. Еще в работе будет рассмотрена программа AWR, также с помощью данной программы будет произведен расчет. В ходе расчёта необходимо определить режим динамического подавления шумов при увеличении мощности регулярного сигнала на несущей частоте.

Для достижения цели требуется выполнить следующие задачи:

- 1.Собрать и проанализировать теоретический материал по теме.
- 2.Изучить программу AWR.
- 3.Провести расчет магниточувствительного автогенератора.
- 4.Проанализировать результаты расчета и сделать выводы.

Научная новизна данного исследования заключается в исследовании магниточувствительного автогенератора и поиске режима повышенной магнитной чувствительности.

Структура работы определена задачами исследования, логикой раскрытия темы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы, семь графиков и пять таблиц.

Во введении обосновывается актуальность работы, формулируются цели и задачи исследования, а также его теоретическое и практическое значение.

В первой главе проводится краткий теоретический обзор современных видов твердотельных автогенераторов(RC-Автогенераторы[1], LC-Автогенераторы[1,2], диодные автогенераторы[3]). Также в данной главе проводится сравнение преимуществ и недостатков данных видов автогенераторов. Еще в рамках первой главы будут рассматриваться разные режимы автогенераторов (Мягкий режим АГ, Жесткий режим АГ[4]). Еще в данной главе рассматриваются основные характеристики автогенераторов.

Во второй главе кратко рассматриваются возможности программы AWR, с помощью которой в дальнейшем будет проводиться расчет автогенератора.

В третьей главе проводится расчёт магниточувствительного автогенератора в программе AWR. Расчет проводится для характеристик фликер-шум(KF) и начальная емкость база-коллектор(CJC). При расчете используются разные значения напряженности внешнего магнитного поля. Также в данной главе рассматривается эквивалентная схема модели Гуммеля-Пуна [11] и эквивалентная схема автогенератора[12].

В заключении подводятся итог проведенной работы, формулируются общие выводы исследования.

### 1. Расчёт магниточувствительного автогенератора. Фликер-шум

В таблице 1 приведены данные расчёта магниточувствительного автогенератора. Расчёт проводился по параметру фликер-шум (KF) в диапазоне от 0 до 2.5. Также расчёт производился при разных значениях напряженности внешнего магнитного поля от 310 Гс до 710 Гс. Отстройка для расчета выбрана 10 кГц.

Таблица 1. – Значения шума

Значение KF	Значение шума (Дб)				
	310 Гс	410 Гс	510 Гс	610 Гс	710 Гс
0	-89.83	-101.7	-109.3	-114.7	-113.8
0.5	27.16	22.42	22.92	16.6	12.08
1	30.17	25.43	25.93	19.61	15.09
1.5	31.94	27.19	27.69	21.37	16.85
2	33.19	28.44	28.94	22.62	18.1
2.5	34.15	29.41	29.91	23.59	19.07

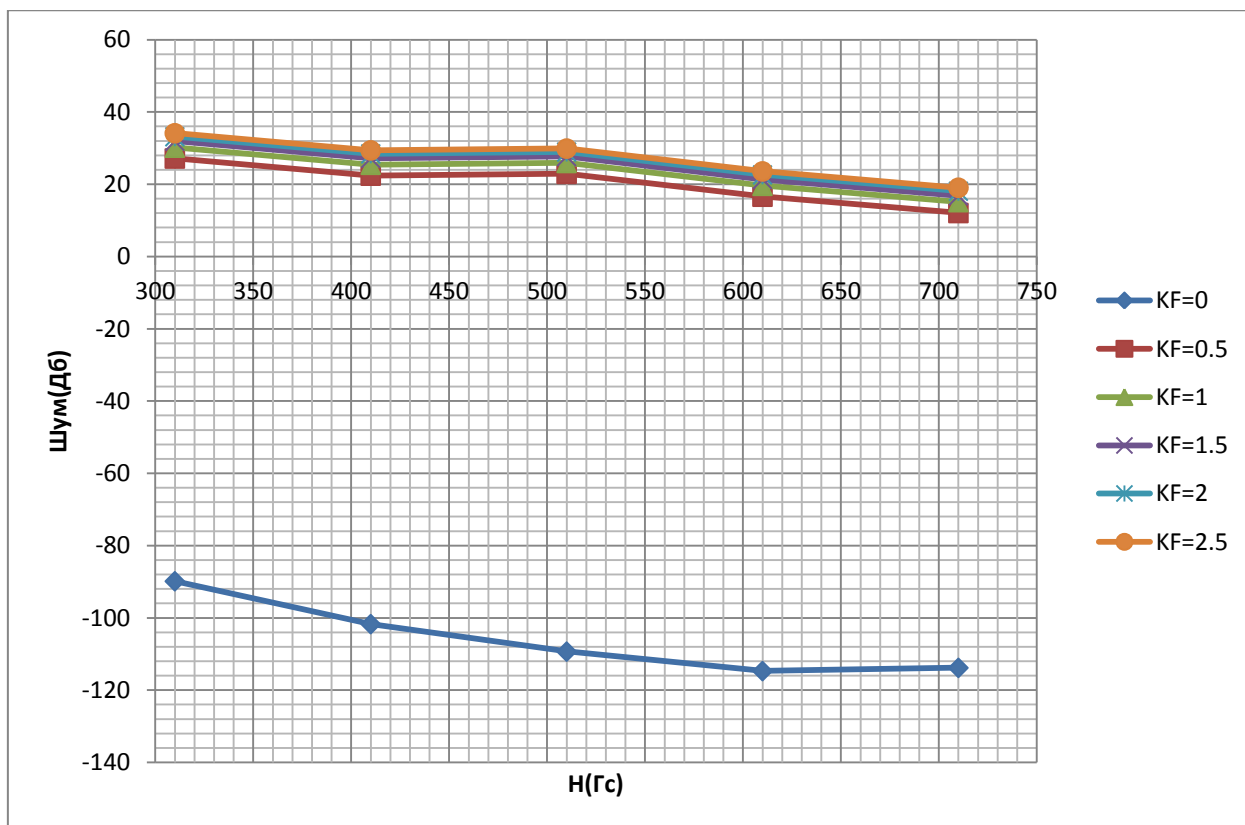


Рисунок 1. Зависимость шума от внешнего магнитного поля.(KF)

На основании полученных данных (табл. 1, рис. 1) можно сделать вывод, что при увеличении внешнего магнитного поля шум в автогенераторе уменьшается в зависимости от коэффициента фликер-шума. Однако стоит заметить, что на отрезке (400-500 Гс) идет незначительное увеличение шума во всех случаях кроме того где значение KF равно нулю. Также, исходя из данных таблицы видно, что как раз таки автогенератор со значением KF=0 наиболее чувствителен к изменению внешнего магнитного поля. Потому при увеличении H значение шума уменьшается на 24 Дб когда в других автогенераторах на 15-17 Дб. Ещё стоит отметить, что при значении KF=0 на отрезке 600-700 Гс идет незначительное увеличение шума.

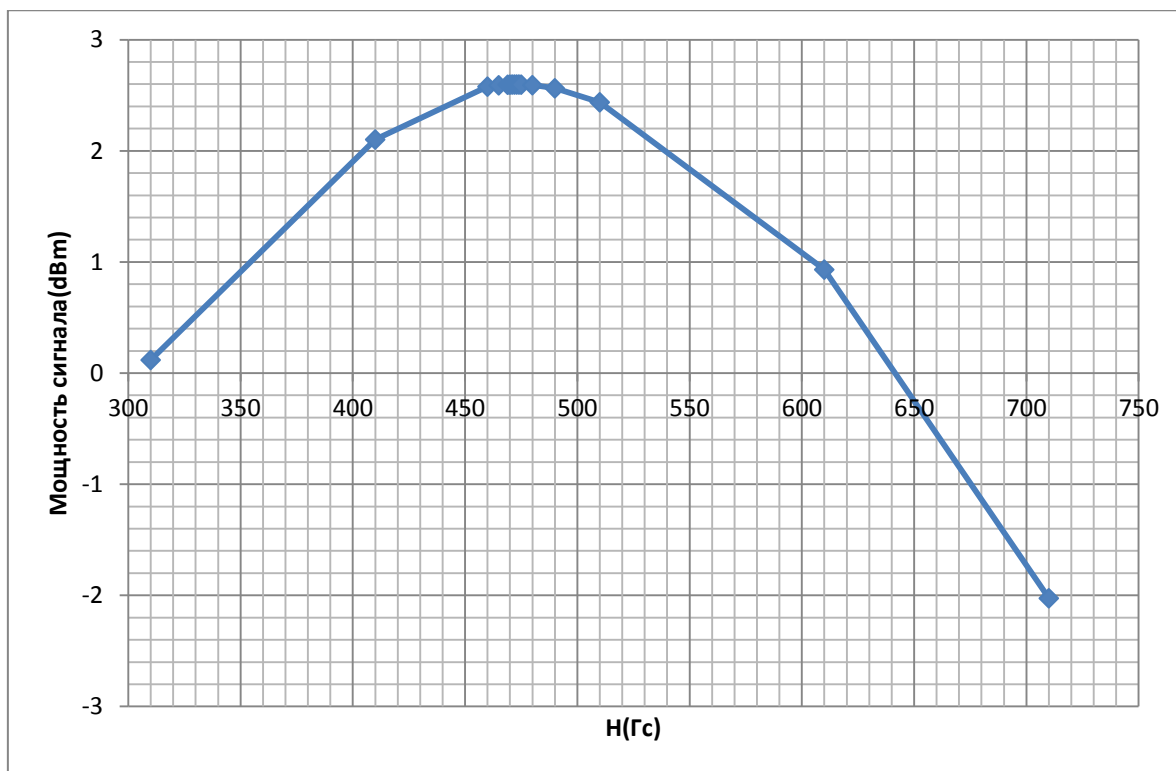


Рисунок 2. Зависимость мощности сигнала автогенератора от внешнего магнитного поля. (KF)

Проанализировав полученные данные зависимости частоты от внешнего магнитного поля и зависимости мощности сигнала автогенератора от внешнего магнитного поля можно заметить, что зависимость частоты линейно возрастает, а мощность вначале растет до максимального значения в 2,598 дБ при 471-474 Гц, после чего постепенно начинает падать.

Исходя, из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальными значениями внешнего магнитного поля для автогенератора будут 460-490 Гц. Потому что именно на этом отрезке мощность сигнала автогенератора наибольшая, а шум не достигает пиковых значений.

## 2. Расчёт магниточувствительного автогенератора.

### Начальная емкость база-коллектор

Проведен аналогичный расчёт для параметра начальная емкость база-коллектор. В таблице 2 приведены данные расчёта магниточувствительного автогенератора. Значения начальной емкости база-коллектор изменялись в диапазоне от  $5.15977e-013$  Ф до  $6.15977e-013$  Ф. Также расчёт производился при разных значениях напряженности внешнего магнитного поля от 310 Гс до 710 Гс. Отстройка для расчета выбрана 10 КГц.

Таблица 2. – Значения шума

Значение CJC(Ф)	Значение шума (Дб)				
	310 Гс	410 Гс	510 Гс	610 Гс	710 Гс
5.15977e-013	-89.834	-101.68	-109.31	-114.67	-114.91
5.35977e-013	-90.274	-102.05	-109.7	-114.72	-112.98
5.55977e-013	-90.708	-102.42	-110.08	-114.77	-111.42
5.75977e-013	-91.136	-102.78	-110.44	-114.84	-106.95
5.95977e-013	-91.558	-103.14	-110.79	-114.89	---
6.15977e-013	-91.974	-103.49	-111.13	-114.91	---

Значения шума(CJC)

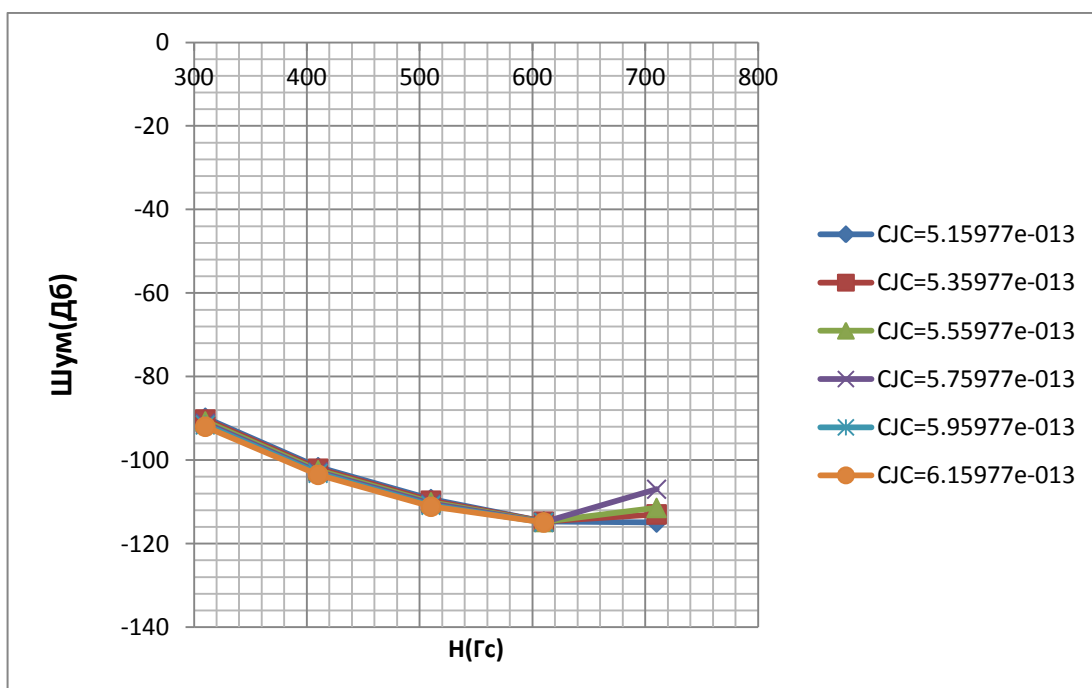


Рисунок 3. Зависимость шума от внешнего магнитного поля.(CJC)

Рассмотрим параметр начальная емкость база-коллектор. Исходя из полученных данных (табл.2) и графику, построенному на данных этой таблицы, можно заметить, что шум в автогенераторе падает вместе с увеличением внешнего магнитного поля, вне зависимости от начальной емкости база-коллектор(CJC). Однако после достижения внешнем магнитным полем 610 Гс начинается рост шума в автогенераторе. Из графика можно заметить, как различаются данные при разных значениях (CJC) и при 710 Гс, хотя до этого такой тенденции не наблюдалось. Также можно заметить, что программа AWR не смогла рассчитать значение шума при 710 Гс и при CJC=5.95977e-013, CJC=6.15977e-013. Исходя, из этих двух фактов

можно предположить, что при данных параметрах программа работает не корректно, и полученные данные не стоит брать в расчет.

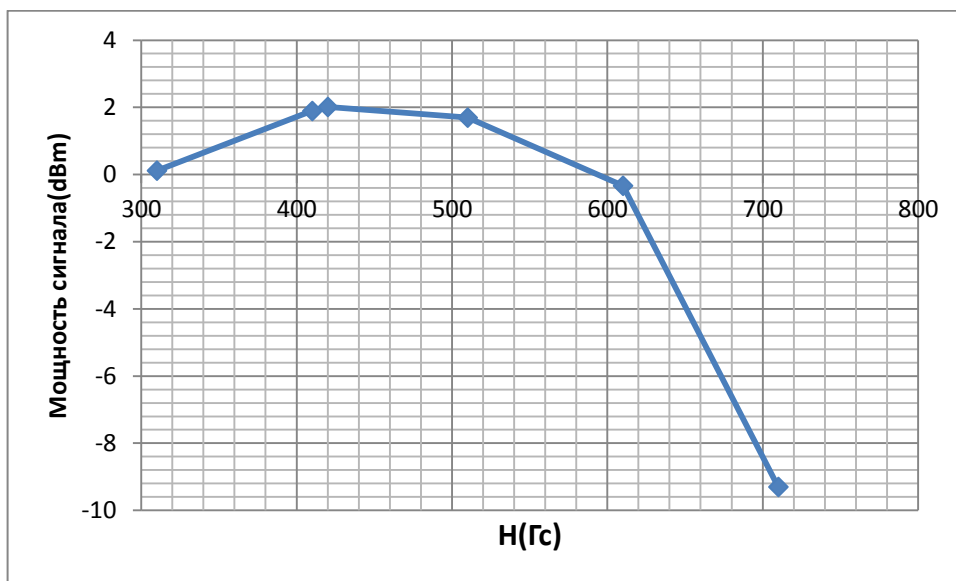


Рисунок 4 . Зависимость мощности сигнала автогенератора от внешнего магнитного поля. (С/С)

Что же касается графиков зависимости частоты от внешнего магнитного поля и зависимости мощности сигнала автогенератора от внешнего магнитного поля то по своему внешнему виду они аналогичны графикам для фликер-шума.

Проанализировав полученные данные зависимости частоты от внешнего магнитного поля и зависимости мощности сигнала автогенератора от внешнего магнитного поля можно заметить, что зависимость частоты линейно возрастает, а мощность вначале растет до максимального значения в 2,016Дб при 420Гс, после чего постепенно начинает падать.

Исходя, из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальными значениями внешнего магнитного поля для автогенератора будут 400-510Гс. Потому что именно на этом отрезке мощность сигнала автогенератора наибольшая, а шум не достигает пиковых значений.

## Заключение

В данной работе были проанализированы разные виды автогенераторов, схемы построения. На основе модели автогенератора в программе AWR проведен расчет. В ходе расчёта был определен режим динамического подавления шумов при увеличении мощности регулярного сигнала на несущей частоте. В работе были рассмотрены два параметра фликер-шума(KF) и начальная емкость база-коллектор(CJC). Из данных полученных при расчете видно, что оптимальным значением напряженности внешнего магнитного поля для автогенератора является диапазон 450-500 Гс. Так как именно при таких значениях напряженности шум в автогенераторе показывает минимальные(уменьшается на 10-25 Дб) значения, а мощность сигнала напротив является максимальной для обоих случаев(растет на 2-2.5Дб).



### Список использованных источников

1. Петров Б.Е., Романюк В.А. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах. – М.: Высшая школа. – 1989 г. – 232 с
2. Радиопередающие устройства: Учебник для ВУЗов – В.В.Шахгильдян. – М.: Высшая и связь, 1990. – 512 с.
3. Генераторы с внешним возбуждением : Учебное пособие. Махов А.И., Широков Ю.Ф. Самарский гос. Аэрокосм. Ун-т : Самара, 2011. – 79 с
4. Компьютерное моделирование статистических характеристик биполярного транзистора 2Т937// Хвалин А.Л., Страхова Л.Л. Гетеромагнитная микроэлектроника. 2016. № 21. С. 43-50.
5. Модели мощных биполярных транзисторов и определение их параметров // Лебедев А., Недолужко И. Силовая электроника. 2005. № 3. С. 12-17.
6. Разевиг В. Д. Система проектирования OrCAD 9.2. М.: Солон-Р. 2001.
7. Носов Ю. Р. и др. Математические модели элементов интегральной электроники. М.: Сов. радио. 1976.
8. Motorola Bipolar Power Transistor Data DL111/D REV 7.
9. Дьяконов В. П. MathCAD 8/2000: Специальный справочник. СПб: Питер. 2000.
10. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: Учебник для ВУЗов / Л.Н.Белов и др.; Под ред. Г.М.Уткина и др. – М.: Радио и связь, 1994 г. – 416 с.
11. Гетеромагнитная микроэлектроника: микросистемы активного типа. А.А. Игнатъев, А.В. Ляшко. М.: Наука, 2007.-612с.
12. Васильев А. В., Игнатъев А. А. Нелинейная модель сферического ЖИГ-резонатора // Гетеромагнитная микроэлектроника : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Саратовского университета, 2014. Вып. 17 : Гетеромагнитная микро- и наноэлектроника. Методические аспекты физического образования. Экономика в промышленности. С. 4–12.
13. Ляшенко А.В., Солопов А. А., Игнатъев А.А., Васильев А.В. Управляемый гетеромагнитный автогенератор. 2015. Публичное акционерное общество "Тантал" (ПАО "Тантал") С.-9.