|  |
| --- |
|  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  **«МИРЭА – Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

Институт искусственного интеллекта

Кафедра проблем управления

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

по дисциплине **Основы программирования систем управления**

**Тема лабораторной работы: «**Управление движением УРТК на базе трехзвенного робота с прямоугольной системой координат в позиционном режиме»

|  |  |
| --- | --- |
| **Студент группы:** КРБО-03-23 | Петров П. П. **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** |
| **Преподаватель:** | ст. преподаватель Морозов А. А. **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** |

|  |  |
| --- | --- |
| Работа представлена к защите: | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. |

Москва 2025

# **1. Цель работы**

Изучить основы устройства АМ сигналов и построить амплитудный модулятор (АМ-передатчик) в среде разработки GNU Radio Companion (GRC).

# **2. Задача работы**

1. Собрать схему АМ передатчика в среде разработки GRC согласно приведенному описанию.

2. Проанализировать изменение сигнала при увеличении параметра усилителя сигнала.

3. Ответить на контрольные вопросы.

# **3. Теоретические сведения**

Амплитудная модуляция (АМ) – процесс изменения амплитуды высокочастотного несущего сигнала в соответствии с мгновенными значениями низкочастотного информационного (модулирующего) сигнала.

В России для радиовещания с АМ-модуляцией используется диапазон несущих частот 526,5–1606,5 кГц.

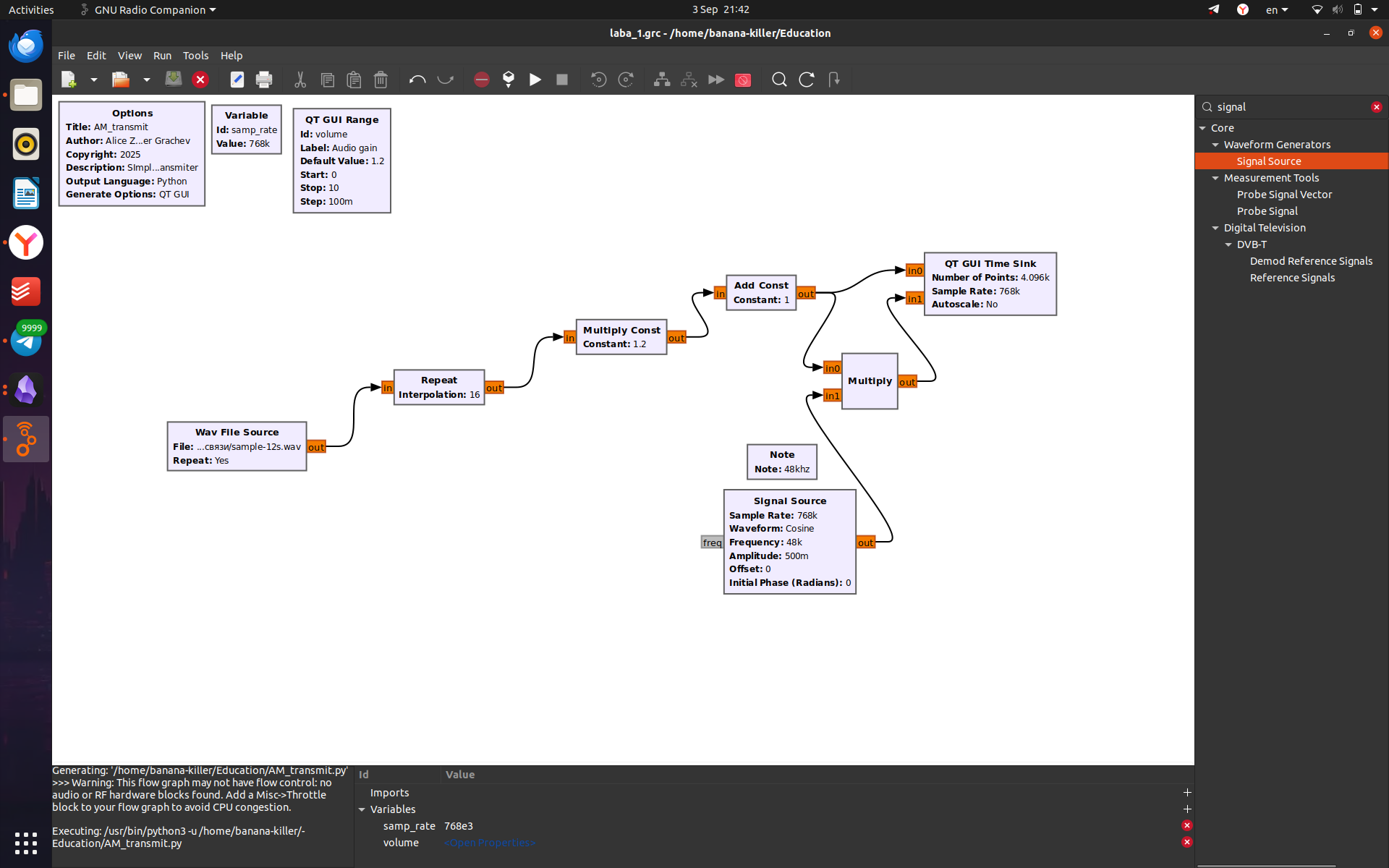
Структурная схема высокоуровневого АМ-передатчика включает в себя генератор несущей, буферный усилитель, предварительный усилитель звукового сигнала, голосовой процессор, усилитель модулятора и усилитель мощности, на котором и происходит модуляция.

Лабораторная установка: среда разработки GNU Radio Companion (GRC), использующая визуальное программирование для моделирования систем связи.

# **4. Расчетно-графическая часть**

4.1. Структурная схема исследуемого передатчика и описание блоков

Структурная схема собранного АМ-передатчика представлена на Рисунке 1.



*Рисунок 1 – Структурная схема АМ-передатчика*

Описание функций блоков:

• Options: Задает общие параметры потокового графа (название, автор, частота дискретизации).

• Variable (samp\_rate): Определяет основную частоту дискретизации системы (768 кГц).

• Wav File Source: Источник сигнала. Считывает аудиоданные из WAV-файла.

• Repeat: Повторяет отсчеты аудиосигнала для согласования его низкой частоты дискретизации с высокой частотой дискретизации системы (768 кГц). Необходим для корректной работы последующих блоков.

• QT GUI Range: Графический регулятор для изменения коэффициента усиления в реальном времени.

• Multiply Const: Умножает входной сигнал на постоянный коэффициент (заданный QT GUI Range). Данный блок выполняет роль усилителя звукового сигнала, определяя глубину модуляции.

• Add Const: Добавляет к сигналу постоянное значение (+1). Сдвигает знакопеременный аудиосигнал в положительную область, так как амплитуда несущей не может быть отрицательной.

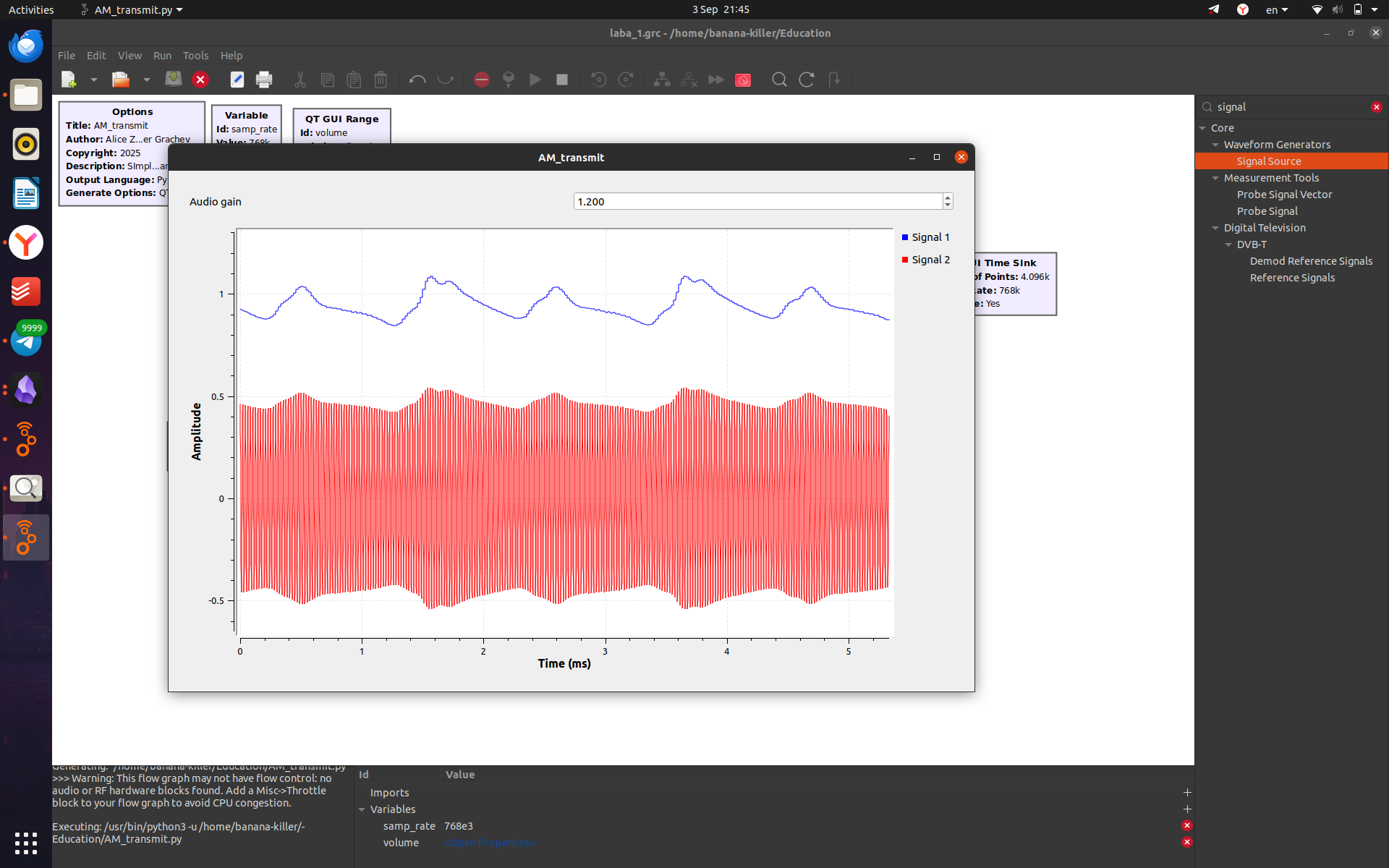
• Signal Source: Генерирует гармонический сигнал (несущую) частотой 48 кГц.

• Multiply: Ключевой блок модулятора. Перемножает модулирующий звуковой сигнал (с выхода Add Const) и несущую (с выхода Signal Source). Результатом является амплитудно-модулированное колебание.

• QT GUI Time Sink: Осциллограф. Визуализирует сигнал во временной области, позволяя наблюдать форму АМ-сигнала.

4.2. Графики изменения колебаний сигнала и выводы

Результат работы схемы представлен на Рисунке 2. На осциллографе (QT GUI Time Sink) наблюдается классический амплитудно-модулированный сигнал. Высокочастотное заполнение – это несущая частота 48 кГц. Огибающая (форма, описывающая пики колебаний) повторяет форму подаваемого аудиосигнала.



*Рисунок 2 – Результат работы программы (АМ-сигнал)*

Анализ изменения сигнала при увеличении параметра усилителя (Multiply Const):

1. Нулевое усиление (Constant = 0): Наблюдается чистая, немодулированная несущая с постоянной амплитудой. Вывод: модуляция не происходит.

2. Малое усиление (Constant = 0.3): Появляется слабо выраженная огибающая. Вывод: глубина модуляции мала.

3. Оптимальное усиление (Constant = 0.8 - 1.0): Четко видна огибающая, форма которой хорошо соответствует исходному аудиосигналу. Вывод: достигнута эффективная и качественная модуляция.

4. Слишком большое усиление (Constant > 1.2): Огибающая становится резкой, появляются искажения (овермодуляция). Вывод: происходит перемодуляция, приводящая к сильным искажениям.

# **5. Выводы по работе**

В ходе работы была успешно собрана и исследована модель АМ-передатчика. Экспериментально подтверждено, что коэффициент усиления в звуковом тракте напрямую определяет глубину модуляции. Найден диапазон значений для качественной модуляции и продемонстрированы негативные эффекты перемодуляции. Цель работы достигнута.

# **6. Ответы на контрольный тест**

1. В каком диапазоне несущих частот происходит радиовещание с АМ-модуляцией России?

Ответ: б) 526.5–1606.5 кГц

2. Частота дискретизации 768 кГц для обеспечения несущей частоты:

Ответ: а) 48 кГц 16 выборок за цикл (768 кГц / 48 кГц = 16)

3. Какой блок дает нам визуальное представление сигнала?

Ответ: а) QT GUI Time Sink

4. Зачем мы использовали блок Repeat?

Ответ: а) Чтобы повысить частоту дискретизации аудиовхода до определенной частоты

# **7. Список используемой литературы**

1. Калач Г.П. Средства связи в системах управления автономными роботами: методические указания / Калач Г. П. – Москва: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022. – 58 с.

2. OST 7.32-2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.