

## План работы

### Считывание исходного звука

В качестве входных данных программа использует имя файла, содержащего записанный звук. Поддерживаются файлы формата Waveform Audio (.wav) с одним звуковым каналом (моно) и глубиной 16 бит. Ограничений на частоту дискретизации нет.

### Построение спектрограммы звукового сигнала

Под спектрограммой звукового сигнала подразумевается зависимость спектра звука от времени. Построение спектрограммы реализуется применением дискретного преобразования Фурье. Исходный сигнал разбивается на «кадры» (отрезки фиксированной длины), к каждому из которых преобразование Фурье применяется отдельно. Из результата преобразования вычисляется зависимость интенсивностей отдельных частот звука от времени.

Основными параметрами описанного процесса являются длина кадра и длина сигнала, подаваемого на вход преобразованию Фурье. Эти величины могут отличаться ввиду того, что часть исходного сигнала (кадр) может дополняться нулями для увеличения разрешения спектрограммы по частоте. Для увеличения разрешения спектрограммы по времени применяется перекрытие кадров — разбиение на кадры таким образом, чтобы каждый следующий кадр начинался раньше, чем кончается предыдущий.

### Аддитивный синтез звука

Аддитивный синтез предполагает создание звука путём сложения звуковых волн фиксированной частоты. Основными параметрами алгоритма синтеза являются частоты волн, их фазы и функции изменения амплитуд волн.

### Воссоздание звука

Алгоритм воссоздания звука итеративно воссоздаёт исходный звук. На каждой итерации при помощи генетического алгоритма подбираются оптимальные параметры единичной звуковой волны. При этом в синтезе звука участвует не только эта волна, но и все звуковые волны, полученные на предыдущих шагах алгоритма. Алгоритм воссоздания завершается, когда на очередном шаге не удаётся подобрать звуковую волну, позволяющую уменьшить отличие синтезируемого звука от целевого.

### Работа генетического алгоритма

Для решения задачи минимизации различия звуков используется генетический алгоритм.

Основными параметрами алгоритма являются величина популяции и критерий остановки. В качестве последнего используется следующее условие: алгоритм останавливается, если за определённое количество поколений приспособленность наиболее приспособленного генотипа не увеличилась на ожидаемое минимально допустимое значение.

### Целевая функция

Целевой функцией генетического алгоритма является функция отличия двух звуков друг от друга. Формально эта функция вычисляет на основе спектрограмм входных звуковых сигналов некоторое действительное число, отражающее величину отличия звуков.

## Параметры, содержащиеся в генотипе

Параметрами, содержащимися в генотипе, должны быть параметры, используемые в аддитивном синтезе звука: частота, фаза и функция изменения амплитуды. Все параметры хранятся в действительных числах.

## Скращивание

Выбор генотипов для скрещивания осуществляется при помощи алгоритма, известного под названием «Турнирный отбор» (“Tournament Selection”). Из всей популяции случайно выбираются несколько генотипов, среди которых выбирается наиболее приспособленный и используется в качестве предка. При скрещивании два генотипа предка порождают два генотипа потомка. Генотипы потомков зависят от генотипов предков следующим образом: каждый ген потомка является нормально распределённой случайной величиной с мат. ожиданием, равным среднему арифметическому значений соответствующих генов предков, и стандартным отклонением, равным половине разницы значений генов предков.

При смене поколений в скрещивании участвует только часть всей популяции, определяемая степенью скрещивания.

## Мутация

Основным параметром мутации является степень мутации — величина, показывающая вероятность мутации одного генотипа в новом поколении. Соответственно количество происходящих мутаций при смене поколений зависит от степени мутации. Мутация отдельного гена реализуется заменой первоначального значения случайной величиной, имеющей нормальное распределение с мат. ожиданием, равным первоначальному значению, и стандартным отклонением, равным половине разницы максимально и минимально допустимого значения гена.

## Запись результатов

В качестве результата программа записывает в файл синтезированный звук для возможности сравнения его с исходным и оценки качества работы. Кроме того, программа записывает в отдельный файл описание процесса синтеза звука на языке описания звуковых синтезаторов Csound. Последнее позволяет использовать результат работы программы для изменения звука по длительности и частоте (тембру) без искажений.