

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА
КАФЕДРА ІНСТРУМЕНТАЛЬНО-ВИКОНАВСЬКОЇ МАЙСТЕРНОСТІ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-методичної
та навчальної роботи

О. Б. Жильцов

_____ 2017 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ВБУДОВАНІ ДОДАТКИ
ДО МУЗИЧНИХ ПРОГРАМ**

Галузь знань 0202 «Мистецтво»
Напрямок підготовки 6.020204 «Музичне мистецтво»
Спеціалізація «Режисура мультимедійних проєктів у музичному мистецтві»
Освітній рівень – перший (бакалаврський)
(на базі повної загальної середньої освіти)

Інститут мистецтв

2016 – 2017 навчальний рік

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА
Ідентифікаційний номер: 800 02 1 200 04
МОНІТОРИНГ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ
Програма № 0070/177
(підпис) _____ (прізвище, ім'я, по-батькові) _____
« _____ » _____ 2017 р.

Розподіл годин звірено з робочим навчальним планом. Структура типова.
Заступник директора з науково-методичної та навчальної роботи

А.О. Таранник

Робоча програма навчальної дисципліни «Вбудовані додатки до музичних програм» для студентів галузі знань 0202 «Мистецтво» напряму підготовки 6.020204 «Музичне мистецтво» спеціалізації «Режисура мультимедійних проектів у музичному мистецтві» освітньо-кваліфікаційного рівня першого (бакалаврського) на базі повної загальної середньої освіти.

Розробник:

Салан Катерина Олександрівна, старший викладач кафедри інструментально-виконавської майстерності Інституту мистецтв Київського університету імені Бориса Грінченка.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інструментально-виконавської майстерності Інституту мистецтв

Протокол від «15» грудня 2016 року № 4

Завідувач кафедри інструментально-виконавської майстерності

_____ О.С.Плохотнюк

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
Структура програми навчальної дисципліни	6
I. Опис предмета навчальної дисципліни.....	6
II. Тематичний план навчальної дисципліни.....	7
III. Програма навчальної дисципліни	8
Змістовий модуль 1	8
IV. Плани практичних занять.....	29
V. Навчально-методична карта дисципліни	30
VI. Розподіл балів за видами робіт.....	31
VII. Завдання для самостійної роботи	31
VIII Система поточного та підсумкового контролю.....	31
IX. Методи навчання.....	33
X. Методичне забезпечення курсу.....	34
XI. Рекомендована література.....	35
Основна література.....	35
Додаткова література.....	35
Електронні ресурси.....	36

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Однією з профільюючих дисциплін для майбутніх бакалаврів музичного мистецтва, які здобувають додаткову спеціалізацію «Режисер мультимедійних проектів у музичному мистецтві» (четвертий рік навчання), є «Вбудовані додатки до музичних програм». Засвоєння цього навчального курсу дає змогу студентам опанувати знання з теорії та практики роботи з мультимедійними технічними засобами, що використовуються під час концертної та студійної роботи, набути практичний досвід відповідної діяльності з метою перенесення специфіки її підготовки в подальшу роботу. Навчальний матеріал із дисципліни «Вбудовані додатки до музичних програм» розподілено за основними змістовними розділами. Визначення орієнтовної кількості годин на кожен з розділів відбувається таким чином, щоб реалізувати мету курсу.

В основу змісту курсу покладено опанування різноманітними знаннями щодо природи звуку, звукоутворення на різних музичних інструментах, технічного забезпечення роботи звукорежисера в концертному залі або у студії.

Робоча програма навчального курсу «Вбудовані додатки до музичних програм» є нормативним документом Київського університету імені Бориса Грінченка, який розроблено на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів відповідно до навчального плану галузі знань 0202 «Мистецтво» напрямку підготовки 6.020204 «Музичне мистецтво».

Програма визначає:

- обсяг теоретичних знань і практичних умінь, які мають опанувати студенти, що здобувають додаткову кваліфікацію «Режисер мультимедійних проектів у музичному мистецтві» відповідно до програми ОР першого (бакалаврського);
- групи компетенцій, необхідних для викладання аранжування естрадної музики, визначених на основі характеристики ОР першого (бакалаврського);
- розподіл навчального матеріалу за модулями (змістовими модулями) та академічного часу для його засвоєння;
- форми й види навчальної діяльності студентів у процесі засвоєння навчального курсу;
- необхідне методичне забезпечення та систему оцінювання навчальних досягнень студентів.

Мета викладання дисципліни – формування у студентів комплексу науково-методичних знань і практичних прийомів роботи з мультимедійними технічними засобами. Ознайомлення із сучасними вітчизняними і зарубіжними

технологіями та використання мультимедійних технічних засобів у навчальному процесі.

Завдання навчального курсу – формування у студентів таких фахових та загальних *компетентностей*:

– *інформаційна* (здатність до самостійного пошуку та оброблення інформації з різних джерел для розгляду конкретних питань, пов'язаних викладанням музичного мистецтва; здатність до ефективного використання інформаційних технологій у соціальній та професійній діяльності);

– *музично-інформаційна і технологічна* (здатність до самостійного пошуку музичного матеріалу в мережі Інтернет, репертуарних збірках, навчально-методичних посібниках; спроможність застосовувати на практиці знання з основ комп'ютерного аранжування; володіння технологією елементарного звукозапису; уміння працювати з мікрофоном, звукопідсилювальною та звуковідтворювальною апаратурою);

– *науково-дослідницька* (здатність виконувати навчально-дослідні завдання на основі аналітико-синтетичної мисленнєвої діяльності; володіння науково-дослідними методами відповідно до фахового спрямування; обізнаність в особливостях проектної діяльності, готовність до її реалізації; критична обізнаність та інтелектуальна чесність; здатність до нестандартних рішень типових задач і здатність вирішувати нестандартні завдання);

– *самоосвітня* (здатність до самостійної пізнавальної діяльності, самоорганізації та саморозвитку; спрямованість на розкриття особистісного творчого потенціалу та самореалізацію; прагнення до особистісно-професійного лідерства та успіху).

Міждисциплінарна взаємодія. Засвоєння курсу «Вбудовані додатки до музичних програм» передбачає інтеграцію знань, умінь і навичок з таких дисциплін: «Історія музики»; «Інструментознавство»; «Основи звукорежисури»; «Мастеринг»; «Музично-інформаційні технології»; «Основи мультимедійного інструментознавства», «Основи режисерської майстерності».

На вивчення курсу «Вбудовані додатки до музичних програм» навчальним планом відведено 54 годин, із них: 10 год. – лекційних занять, 10 год. – практичних, 3 год. – модульний контроль, 31 год. – самостійна робота студентів. Вивчення навчального курсу «Вбудовані додатки до музичних програм» завершується складанням заліку у VIII семестрі.

СТРУКТУРА ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

I. ОПИС ПРЕДМЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ВБУДОВАНІ ДОДАТКИ ДО МУЗИЧНИХ ПРОГРАМ»

Курс підготовки бакалавра	Напрямок підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
<p>Кількість кредитів, відповідних ECTS: <i>1,5</i></p> <p>Кількість змістових модулів: <i>1</i></p> <p>Загальна кількість годин: <i>54</i></p> <p>Кількість годин на тиждень: <i>1</i></p>	<p>Шифр та назва галузі знань: <i>0202 «Мистецтво»</i></p> <p>Шифр та назва напрямку підготовки: <i>6.020204 «Музичне мистецтво»</i></p> <p>Освітній рівень: перший «бакалаврський»</p>	<p>Дисципліна додаткової спеціалізації</p> <p>Рік підготовки: 4. Семестри: 8.</p> <p>Аудиторні заняття: <i>20 годин</i> <i>(лекції – 10 годин</i> <i>практичні – 10 годин)</i></p> <p>модульний контроль – <i>3 години</i></p> <p>Самостійна робота: <i>31 година</i></p> <p>Форма підсумкового контролю: <i>залік</i></p>

II. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ п/п	Назви теоретичних/практичних розділів	Кількість годин					
		Разом	Аудиторних	Лекцій	Практичних	Самостійна робота	Модульний контроль
1	Динамічна обробка звуку	8	2	2		6	
2	Еквалайзер	10	4	2	2	6	
3	Програмні модулі	12	6	2	4	6	
4	Психоакустичні процесори	8	2	2		6	
5	Antares Auto-Tune	13	6	2	4	7	
6	МКР	3					3
<i>Разом</i>		54	20	10	10	31	3

III. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Тема 1. Динамічна обробка звуку. (2 год.)

Синтезатори синтезують звук. Семплери його семпліюють. Процесори ефектів здійснюють процес ефектування. Синхронізатори синхронізують, генератори генерують, магнітофони записують і відтворюють. Загалом усі зайняті своєю справою. Що при цьому роблять пристрої динамічної обробки? А вони обробляють звук динамічно.

Ми розглянемо три типи пристроїв, що змінюють динамічний діапазон (компресори, лімітерита експандери) і один тип, що знижує сторонні шуми (нойс-гейти, називані по науці "пристроями граничного шумозаглушення").

Динамічний діапазон – це різниця між найгучнішим і самим тихим звуком. Теоретично, чим динамічний діапазон більше, тим краще. Але на практиці деяке його скорочення буває дуже корисним.

Компресор скорочує динамічний діапазон, автоматично зменшуючи гучність звуку після того, як вона перевищить певний рівень. Цей рівень називається "граничний" (threshold). Наскільки знижується гучність визначається установкою параметра "ступінь компресії" (ratio). Якщо ступінь компресії встановлений як "1:1", нічого не відбувається. При установці ступеня "2:1" рівень звуку після компресії перевищує граничний на величину у два рази меншу, чим до компресії. Наприклад, граничний рівень встановлений на величині 2 дБ. Поки гучність звуку не перевищує цю величину нічого не відбувається. Коли звук досягає величини 4 дБ компресор спрацьовує й на виході виходить звук з гучністю 3 дБ (рівень перевищив граничний на два децибелі, ступінь компресії встановлений 2:1). Якщо рівень вхідного сигналу буде 6 дБ, то на виході вийде 4 дБ. Установка "НЕСКІНЧЕННІСТЬ:1" означає, що звук не може перевищити граничний рівень. Це називається лімітування, а лімітер є компресор з постійним ступенем "НЕСКІНЧЕННІСТЬ:1".

Існує два способи роботи компресора "твердий" (hard-knee) і "м'який" (soft-knee). Тверда компресія означає, що як тільки сигнал перевищує поріг, виробляється зниження гучності, установлене параметром ступеня компресії. При м'якій компресії звук, що злегка перевищує поріг, компресується в меншому ступені, ніж той, чия гучність більше.

Деякі компресори мають перемикач Peak/RMS. Установка "Peak" означає, що компресор спрацьовує в кожному разі, коли рівень сигналу перевищує граничний. "RMS" виходить, що окремі "викиди" сигналу не

залучають уваги компресора й тільки коли середній рівень перевищує граничний, пристрій починає свою роботу.

Ручка AttackTime (час атаки) визначає, як швидко після перевищення порога почне здійснюватися компресія. Ручка ReleaseTime (час відновлення) установлює, через скільки часу після падіння рівня звуку нижче граничний компресор повернеться до відношення 1:1. HoldTime установлює мінімальний час роботи компресора. На багатьох моделях деякі або всі з цих ручок керування відсутні. У такому випадку параметри зазвичай встановлюються автоматично.

Регулятор же вихідного рівня є майже завжди. У випадку з компресорами він має особливий сенс. Не забудьте, що в процесі своєї діяльності компресор зменшує рівень сигналу, тобто звук стає тихіше. Так що необхідно компенсувати втрати (регулятор вихідного рівня також називають "регулятор компенсації рівня"). При цьому тихі звуки (шуми, наприклад) голоснішають.

Якщо ваш компресор складається із двох каналів, то напевно на ньому є кнопка з назвою "stereolink", "slave" або що-небудь у цьому роді. Вона використовується для перетворення двоканального компресора в стерео компресор. При цьому деякі параметри встановлюються ручками лівого каналу для обох каналів, що сприяє збереженню загальної стерео картини. При компресуванні стерео сигналу в переважній більшості випадків необхідно включати цю функцію.

Ще один можливий перемикач - "sidechain". Крім того, на задній панелі компресора повинні перебувати роз'єми з подібним або схожим позначенням. Коли ви включаєте цей режим, компресування звуку відбувається не залежно від його рівня, а залежно від рівня сигналу, що надходить на вищевказаний роз'єм (тому їх називають "розриви керуючого ланцюга"). Цьому можна знайти кілька застосувань. Наприклад, вокаліст зайво шепелявить і всі букви "з", записані вашим конденсаторним мікрофоном, виділяються із загальної картини. Ви направляєте його голос через компресор, а в роз'єм "sidechain" подаєте цей же звук, але пропущений через еквалайзер. На еквалайзері ви забираєте всі частоти, крім тих, що використовуються вокалістом при проголошенні букви "з". Виявити це потрібно дослідним шляхом, тому що в різних людей це можуть бути різні частоти. Звичайно близько 5 кГц, але може бути від 3 кГц до 8 кГц. Якщо потім поставити компресор у режим "sidechain", то компресування голосу буде відбуватися в ті моменти, коли вимовляється буква "з". У такий спосіб вийшов прилад, відомий як "деесер" (de-esser). Подібний спосіб роботи називається "частотно-залежним" (frequency dependent). Ще одне застосування даної функції зветься "ducker". Перейдемо відразу наприклад. Радіостанція. Музика йде через компресор, слова діджея -

через побічний ланцюг. Коли діджей починає бовтати, гучність музики автоматично зменшується. Що тільки не придумують люди, щоб менше працювати руками. Даний ефект можна з успіхом застосовувати й у записі: наприклад зменшувати гучність клавішних партій під час співу.

Для чого взагалі вживаються компресори? По-перше, компресор дозволяє записаній музиці здаватися голосніше, ніж вона є насправді. Це стосується як до окремих інструментів, так і всього запису в цілому. Компресування до запису дозволяє одержати краще співвідношення сигнал/шум, якщо мати на увазі шум плівки. Компресори не тільки змінюють рівень звуку, але і його оминаючу. Таким чином, звук можна зробити, наприклад, більше щільним.

Якщо з компресором ясно, то для чого використовуються лімітери? Тверде обмеження рівня звуку, коли він не може перевищити встановлений поріг необхідно, наприклад, при цифровому записі, що дуже чутливий до перевантаження. Якщо ж просто понизити рівень сигналу, то в результаті ви будете мати гіршу розрядність (наприклад використовуючи тільки 13 біт 16-розрядного пристрою). Поява недорогих цифрових магнітофонів привела, наприклад, до появи недорогих восьмиканальних компресорів/лімітерів, типу Symetrix 488 Dyna-Squeeze, у яких встановлюються однакові параметри для всіх восьми каналів.

Експандер працює точно також, як компресор, тільки навпаки. Там, де компресор зменшує динамічний діапазон, експандер його збільшує. Коли рівень сигналу стає більше граничного рівня, експандер збільшує його ще більше, у такий спосіб збільшуючи різницю між голосними й тихими звуками. Подібні пристрої часто використовуються при записі барабанної установки, щоб відокремити звуки одних барабанів від інших. Експандер теж може бути частотно-залежним.

Гейт працює так: як тільки рівень звуку стає менше граничного, проходження сигналу припиняється. Повна тиша. Використовується для придушення шуму в паузах. На деяких моделях можна зробити так, щоб звук не припинявся повністю при досягненні граничного рівня, а повільно загасав. Для цього є регулятор Decay (спад), яким і встановлюється ступінь загасання.

Гейт може бути частотно залежним і може працювати в режимі побічного ланцюга. Останнє дозволяє створення досить дивних звукових ефектів, наприклад керування звуком гітари від звуку хета.

Основні поняття теми: компресор, лімітер, експандер, гейт.

Література основна: 1.3, 1.2.

Література додаткова: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.6.

Електронні ресурси: 3.1, 3.4, 3.7, 3.8.

Тема 2. Еквалайзер. (2 год.)

Еквалайзер (англ. equalize - "вирівнювати", загальне скорочення – "EQ"), темброблок – пристрій або комп'ютерна програма, що дозволяє вирівнювати амплітудно-частотну характеристику звукового сигналу, тобто коректувати його амплітуду вибірково, залежно від частоти. Насамперед еквалайзери характеризуються кількістю регульованих за рівнем частотних фільтрів (смуг). Споконвічно еквалайзери використовувалися відповідно до цього визначення: у часи перших досвідів звукозапису, студії були оснащені низькоякісними мікрофонами й гучномовцями, які спотворювали вихідний матеріал, і еквалайзер застосовувався для його частотної корекції. Однак на сьогоднішній день еквалайзер - це потужний засіб для одержання різноманітних тембрів звуку.

Процес обробки звукового сигналу за допомогою еквалайзера називається "еквалізацією" (Equalization).

Еквалайзери можна зустріти як у побутовий, так і в професійній аудіо-техніці. Еквалайзери включені в багато комп'ютерних програм, пов'язані з відтворенням та обробкою звуку - різноманітні аудіо- і відео-програвачі, редактори й т.д. Багато електромозичних інструментів, інструментальні комбопідсилювачі й педалі ефектів також оснащуються еквалайзерами, хоч і менш функціональними.

Історія еквалайзерів почалася в 1930-х роках у Голлівуді, коли з'явилися перші фільми зі звуком. У той час багато хто звертав увагу на неприродне звучання музики й голосів акторів. Одним із цих людей був Джон Волкман, що і застосував перший еквалайзер для поліпшення звучання звукових систем у кінотеатрі. До цього подібні еквалайзеру прилади використовувалися для корекції звукових втрат при передачі сигналу. Однак Волкман був першим, хто впровадив еквалайзер у звукопідсилювальну систему. Перший такий еквалайзер (EQ-251A) являв собою прилад із двома повзунками, кожний з яких мав перемикач вибору частот.

У той же час у голлівудських студіях звукозапису проводилися експерименти з еквалайзерами з метою пост-продакшну і створення ефектів. Тоді компанія Cinema Engineering розробила перший справжній графічний еквалайзер (модель 7080), що мав 6 смуг, регульованих у межах 6 дБ із кроком в 1 дБ, а згодом - дуже популярний у той час 7-полосний еквалайзер 9062A.

Під час Другої світової війни в цій сфері наступив затишок, і в 1958 році професор університету Уейн Радмоу успішно розробив і застосував свою теорію акустичної еквалізації. Після цього в 1962 році Радмоуз спільно зі своїм другом Боунером розробили акустичний фільтр із дуже високою добротністю –

так був розроблений еквалайзер White, що допоміг Боунеру створити теорію акустичного зворотного зв'язка й еквалізації приміщень.

У 1967 році Арт Девіс (з CinemaEngineering) разом із Джимом Ноблем і Доном Девісом розробили перший набір пасивних 1/3-октавних фільтрів, що був названий "Acousta-Voice". Ця система поклала початок новій ери сучасної еквалізації.

Протягом наступних 20 років відбувся буквально бум у розробках еквалайзерів: була створена велика розмаїтість еквалайзерів, із застосуванням мікросхем і інших цифрових технологій.

Типи еквалайзерів

Існує два основних типи багатополосних еквалайзерів: графічний і параметричний. Графічний еквалайзер має певну кількість регульованих за рівнем частотних смуг, кожна з яких характеризується постійною робочою частотою, фіксованою шириною смуги навколо робочої частоти, а також діапазоном регулювання рівня (однаковий для всіх смуг). Зазвичай, крайні смуги (найнижча і висока) являють собою фільтри «поличного» типу, а всі інші мають «колоколоподібну» характеристику. Графічні еквалайзери, застосовувані в професійних областях, звичайно мають 15 або 31 смугу на канал, і нерідко оснащуються аналізаторами для зручності коректування.

Параметричний еквалайзер дає набагато більші можливості коректування частотної характеристики сигналу. Кожна його смуга має три основних регульованих параметри:

1. Центральна (або робоча) частота в герцах (Гц);
2. Добротність (ширина робочої смуги навколо центральної частоти, позначається буквою «Q») – безрозмірна величина;
3. Рівень посилення або ослаблення обраної смуги в децибелах (дБ).

Таким чином, користувач може набагато точніше підібрати потрібну частоту й більш точно її відрегулювати. Аналогові параметричні еквалайзери зустрічаються досить рідко й мають малу кількість регульованих частотних смуг. Однак досягнення в цифровій обробці звукового сигналу сприяли появі цифрових параметричних еквалайзерів із практично необмеженою кількістю регульованих частотних смуг. Дуже часто параметричні еквалайзери можуть слугувати в якості одного із блоків обробки цифрових акустичних процесорів. Більше того, у цифрових параметричних еквалайзерах нерідко є додаткові параметри смуг, такі як: тип фільтра, характер кривій і т.д.

Існують еквалайзери мішаного типу, які можна зустріти в мікшерських консолях, де, приміром, низькі й високі частоти регулюються по типу графічного еквалайзера «поличного» типу, а між ними перебувають дві напівпараметричні смуги (без регулювання добротності).

Також зустрічаються гібриди, називані «параграфічними» – це еквалайзер графічного типу з регулюванням добротності.

При роботі з еквалайзером дуже важливо розуміти, що посилення якої-небудь частотної смуги приводить до посилення загального рівня аудіо-сигналу, і надмірне посилення смуг може найчастіше призвести до перекручувань звукового сигналу. У зв'язку із цим ослаблення "непотрібних" частот найчастіше дає більше якісний результат, ніж посилення "потрібних". Тому еквалайзером варто користуватися дуже акуратно й не використовувати його, якщо в цьому немає очевидної потреби.

Еквалайзери мають широкий спектр застосувань. Основне їхнє призначення зводиться до одержання адекватного (лінійного) звучання вихідного матеріалу, частотна характеристика якого може спотворюватися через недоліки акустичних систем, міжблочних приладів обробки, параметрів приміщення й т.д.

Нерідко еквалайзери застосовуються в лініях сценічних моніторів, основна проблема яких полягає у виникненні ефекту "зворотного зв'язка". У цьому випадку звукооператор використовує багатополосний графічний еквалайзер для пошуку резонансної частоти і її ослаблення. Крім того, за допомогою еквалайзера можна обмежити частотний діапазон відтворення звуку. Однак не всі фахівці користуються графічними еквалайзерами для усунення зворотного зв'язка, тому що для цього існують спеціальні прилади – цифрові автоматичні пригнічувачі зворотного зв'язку, які, по суті, являють собою параметричний еквалайзер з автоматичним підбором резонансної частоти, а їхні фільтри мають дуже високу добротність.

Багато музикантів при записі або виступах використовують різні еквалайзери для одержання неповторного звучання своїх інструментів, а також особливих ефектів, пов'язаних з яскравим виділенням специфічних частотних смуг. Наприклад, забравши за допомогою еквалайзера всі низькі й високі частоти, залишивши тільки середній діапазон, можна одержати ефект "старого радіоприймача". Практично всі діджеї під час сетів активно користуються еквалайзерами на мікшерських пультах, знову ж для створення певних ефектів.

Ще одне фундаментальне застосування еквалайзера – частотна корекція звуковідтворення стаціонарних звукопідсилювальних систем залежно від акустичних параметрів приміщення. На частотну характеристику звуку впливає безліч факторів: розміри й форма приміщення, покриття стін, кількість глядачів у залі й багато чого іншого – все це може сильно змінювати частотну характеристику відтвореного матеріалу. У цьому випадку фахівці використовують три основних компоненти: високоточний вимірювальний мікрофон, аналізатор спектра й еквалайзер. Все це дозволяє йому з'ясувати, які

частоти "пропадають" у даному приміщенні, а які виділяються, і відповідно до цього зробити корекцію.

При цифровому зведенні й мастерингу через програмний еквайзер "проходять" практично всі треки, для того, щоб забрати або послабити непотрібні частоти, які можуть перешкодити чистоті отриманого міксу. Особливо це стосується голосу, що має вузький частотний діапазон, а також недоліки, які можуть бути пов'язані з артикуляцією й манерою виконання.

Основні поняття теми: параметричний еквайзер, графічний еквайзер.

Література основна: 1.1, 1.2.

Література додаткова: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.6.

Електронні ресурси: 3.11, 3.14, 3.7, 3.18.

Практичне заняття 1: Динамічна обробка та еквалізація сигналу. (2 год.)

Тема 3. Програмні модулі (2 год.).

Сьогодні цифрові технології дозволяють реалізувати безліч мультимедійних проектів в домашніх умовах. Найчастіше єдиний необхідний інструмент для роботи з мультимедіа – це комп'ютер. Не виключенням є запис і редагування музичного матеріалу. Звичайно, у професійній студії звукозапису комп'ютер – лише одна зі складових апаратного комплексу, але в домашніх умовах, де професійний рівень не потрібен, комп'ютер здатний замінити безліч студійних приладів. Так системний блок вдало сполучить у собі динамічні й ефект-процесори, мікшерський пульт і багатодоріжечний рекордер.

Програмні модулі – це самі звичайні процесори обробки сигналу, з тією різницею, що реалізовано вони програмно, а не апаратно. Звідси й всі подібності: як апаратно, так і програмно реалізуються лінії затримки, процесори динамічної, просторової й психоакустичої обробки й т.д.

Ділей і луна – це два різних ефекти, хоча обое мають багато спільного. Мабуть, саме із цієї причини виробники програмних модулів включають в одну обробку ділей і луна в парі. З цієї ж причині будемо розглядати їх разом.

Ділей – затримка (дослівно). Ефект ділею виражається в багаторазовому повторенні вхідного сигналу через певний проміжок часу, найчастіше кожне наступне за вихідним сигналом повторення має менший рівень сигналу. Луна – це загасаюча послідовність відбиттів у замкнутому просторі. Луна на відміну від затримки є природним ефектом. Загальне в Delay і Echo – це і є затримка, лише з тією різницею, що Delay – це безпосередньо затримка, а в Echo затримка присутня як одна зі складових. Розрізняються Delay і Echo спектром обробленого сигналу. Тому що ділей – це просто ряд повторень вихідного

сигналу, то й частотний спектр кожного повторення буде ідентичний спектру вхідного сигналу. Спектр же відбиттів в Echo відрізняється від спектра оригіналу, тому що в процесі обробки на нього впливають поверхні, що відбивають. Дилеї у свою чергу підрозділяються на прості (SimpleDelay) і складні (MultiDelay). Прості дилеї – це програмні модулі, що використовують одну лінію затримки, складні – відповідно, більше однієї. Саме MultiDelay по своїй архітектурі більше нагадує Echo. Якщо порівнювати Delay/Echo з динамічною обробкою, то компресори необхідні для суб'єктивного поліпшення звучання якості фонограми, а лінії затримки – це своєрідний інструмент для втілення художніх задумів. Пишеш музику в стилі техно? Без Delay тобі просто не обійтися... тись... тись... Ефект луни ж набагато частіше використовується працівниками тон студій при озвучуванні фільмів і у виробництві рекламної аудіопродукції, хоча це всього лише інструмент без яких-небудь прив'язок. Тому якщо він необхідний для втілення певних звукових образів у музиці.

Ефект, без якого не обходиться практично жоден запис. Особливо ревербератори полюбалися вокалістам, тому що голос після обробки цим ефектом звучить більш насичено (якщо не переборщити з регулюваннями). Деякі програмні ревербератори мають велику перевагу перед апаратними, тому що їхній інтерфейс виконаний не у вигляді величезної кількості регуляторів, а у вигляді віртуального приміщення, змінюючи параметри якого, ти й домагаєшся необхідного ефекту. Змінювати в таких приміщеннях можна розміри стін і матеріал, з яких вони виготовлені, форму приміщення (з округлими обрисами або прямими кутами) і т.д. Взагалі, реверберація (як і Луна) – це природне явище. Реверберація – це сукупність акустичних перевідбиттів звуку від різних поверхонь. Такі відбиття приходять у певну точку приміщення з різною затримкою й зливаються між собою, у цьому й складається ефект реверберації. Не можна не провести паралель ревербератора з ефектом Луна. Справа в тому, що звуки зливаються воедино, якщо часовий інтервал між відбиттями, що прийшли в одну точку простору, не перевищує 100 мс, у іншому випадку одержимо ефект Луна.

У різних модулях наведені нижче параметри можуть мати різні назви, тому без прив'язок до конкретного плагіну будемо писати назви українською мовою.

- **Рівень неопрацьованого сигналу** – цей параметр визначає рівень вхідного сигналу без домішок відбиттів.
- **Рівень ранніх відбиттів** – визначає рівень відбиттів, що відстають від прямого сигналу не більше ніж на 50-60 мс.
- **Рівень сигналу, обробленого ефектом** – назва говорить саме за себе.

- **Загальний час реверберації** – час, за яке рівень реверберуючого сигналу знижується на 60 дБ.

Крім цих, основних параметрів, у деяких програмних модулях можна визначити й обсяг приміщення, і відношення його довжини до ширини, і багато чого іншого.

Ефект-процесори потрібні при записі й зведенні матеріалу, щоб поліпшити якість або додати додаткові ефекти.

- **Компресор** зрівнює динамічний діапазон фонограми, а **лімітер** обрізає сигнал.
- **Ділей** – ряд повторень сигналу з незмінним частотним спектром.
- **Луна** діє аналогічно ділею, міняючи при цьому й частотний спектр сигналу.
- **Еквалайзер** змінює рівень окремих частотних складових сигналу.
- **Добротність** визначає глибину захоплення. Чим більше добротність, тим більше широкий спектр частот захоплюється при обробці.
- **Обрізний фільтр** скорочує частотний діапазон з нижньої або верхньої частини спектра.
- **Реверберація** – акустичні перевідбиття звуку від різних поверхонь.
- **Гейт і експандер** дозволяють вирізати шуми. Гейт вирізує їх начисто, а експандер послабляє шуми в певне число раз.

Основні поняття теми: ділей, луна, добротність, обрізний фільтр, реверберація.

Література основна: 1.2, 1.3.

Література додаткова: 2.1, 2.4, 2.3, 2.5.

Електронні ресурси: 3.11, 3.14, 3.17, 3.8.

Практичне заняття 2: Робота з ефект-процесорами (4 год.)

Тема 4. Психоакустичні процесори (2 год.)

Останнім часом серед звукорежисерів постійно зростає інтерес до цього особливого, овіяними легендами класу пристроїв – психоакустичним процесорам.

Особливому – тому, що кожний “звичайний” прилад здійснює якийсь один вид обробки. Наприклад, компресор і гейт-динамічну обробку вхідного сигналу, еквалайзер – частотну, і т.д. А практично кожний психоакустичний процесор сполучить у собі кілька видів обробки, при цьому вони, ще й взаємодіють між собою, і зазвичай досить неочевидним чином.

Тому ж, до речі, виникають і різні легенди. Хтось чує (зауважує) одне із працюючих у реальності декількох пристроїв, хтось інше... Та й плюс ще те,

що самі розроблювачі й виготовлювачі нерідко настільки мрячно описують принцип дії й роботу пропонованих ними психоакустичних процесорів, що зрозуміти будь що реальне із прикладених у комплекті описів просто неможливо.

Але ж крім усього цього, багато з психоакустичних процесорів у своїй роботі використовують дуже тонкі, не завжди очевидні або просто маловідомі багатьом особливості людського слуху – такі, як ефект Хааса, ефекти маскування, що інтегрують властивості слуху, і деякі інші.

А ряд процесів психоакустичної обробки і зовсім, додають до вхідного сигналу... його гармоніки! Тобто, замість “покладеного” ідеально чистого сигналу нашому вуху підсувають свідомо неправильний, “брудний” сигнал. А вуха обманюються, і слухають результуючий сигнал з більшим задоволенням, чим вихідний, чистий. З погляду повсякденного “здорового глузду” – це ж, начебто, цілковитий абсурд? Але не так все просто. Адже маса звукопроцесорів, у тому числі самих звичайних, мають просто запаморочливий коефіцієнт гармонік. І при цьому звучать більш ніж чудово! Наприклад, один з дуже дорогих лампових компресорів, що випускаються нині, має для деяких сигналів коефіцієнт гармонік близько 15%!

Енхансер (Enhancer)

Це – один з найперших психоакустичних процесорів. Його родоначальник, на жаль, невідомий. Випускався (і випускається понині) він досить багатьма фірмами, тому привести тут їхній повний список попросту нереально. У нашій країні цей клас пристроїв, найбільше давно став відомий по апаратурі фірми Alesis. Він дозволяє в ряді випадків зробити звучання трохи більше чітким і “конкретним”, дзвінким. Особливо гарний енхансер для обробки окремих звуків, переважно з різкими атаками (ударні, “залізо”, і т.д.).

Однак, дотепер багато хто досить смутно уявляють собі його роботу. Тим часом, нічого складного й таємничого в ньому немає. По суті – це гейт (або експандер, як вам більше подобається), але працюючий тільки у високочастотній зоні спектру звукових сигналів.

Вхідний сигнал енхансера надходить на фільтр, що виділяє із усього звукового спектру тільки його високочастотні складові. Потім цей відфільтрований сигнал надходить на елемент, що здійснює керування його амплітудою, після чого в суматорі додається (підмішується) до вихідного сигналу.

Керуюча напруга для VCA виробляється блоком керування на основі аналізу Вч-складового вхідного сигналу.

Різні моделі енхансерів відрізняються між собою головним чином характеристиками фільтрів ФВЧ, і алгоритмом роботи й керування. (Треба

однак зауважити, що, незважаючи на можливі розходження, усі енхансери працюють тільки “у плюс”, тобто можуть тільки збільшувати долю Вч-складових у сумарному вихідному сигналі.)

Відмінності в алгоритмах роботи енхансерів різних фірм і моделей полягають, в основному, у тім, як саме блок керування реагує на вхідний сигнал. Деякі моделі реагують просто за принципом “є ВЧ – немає ВЧ”, тобто якщо на вході є Вч-складові, то їхній рівень енхансером додатково ще збільшується, якщо ж їх немає, то енхансер не робить ніякого впливу на вхідний сигнал.

У більш складних моделях блок керування реагує не на саму величину Вч-складового вхідного сигналу, а тільки на її збільшення. При цьому в момент різкого зростання Вч-складових на вході енхансера (і тільки в цей момент!) їхній рівень на виході на короткий час також збільшується.

Це дозволяє зробити роботу енхансера менш помітною на слух, і більше “живою” – адже при цьому загострюються, стають більше чіткими тільки моменти атаки ударних інструментів, а на загальний сигнал його робота практично робить дуже мало впливу. Завдяки цьому краще проробляються дрібні деталі звукової картини, звучання стає більше акцентованим, проробленим.

Максимаїзер (SonicMaximizer) – це пристрій, розроблений фірмою ВВЕ, років 15 назад мав у багатьох вітчизняних студіях прямо-таки фантастичну популярність. Потім поступово цікавість стала сходити на ні, і зараз уже вкрай рідко де його можна зустріти.

У своїй основі SonicMaximizer трохи схожий на “класичний” енхансер, але тільки трохи. Головна його відмінність полягає в тім, що максимаїзер може працювати як “у плюс”, так і “у мінус”.

За структурною схемою SonicMaximizer – це два звичайних, типу “shelf”, регулятора тембру по НЧ і по ВЧ. Але при цьому регулятор НЧ, що носить тут ім'я “LowContour” – самий звичайний, котрий ви можете крутити самі, скільки хочете. А от до регулятора ВЧ користувач не має безпосереднього доступу, їм управляє схема. Ви можете лише встановлювати рівень її втручання за допомогою регулятора “Definition” (чіткість).

Сигнал із входу пристрою надходить на регулятори тембру, і одночасно на два фільтри, ВЧ і смуговий. При цьому ФВЧ, відповідно до своєї назви, виділяє тільки високочастотні складові, а смуговий фільтр ПФ – середньочастотні, що лежать нижче смуги пропущення ФВЧ. Сигнали цих двох смуг звукових частот надходять у блок керування, що порівнює їхні величини, і на основі цього порівняння вирішує, що робити із ВЧ – піднімати або послабляти.

Отже, якщо прилад вирішить, що у вхідному сигналі рівень ВЧ занадто “задертий” щодо середини, то він дасть команду регулятору тембру ВЧ “послабити” верх, якщо ж навпаки – середина зайво “задерта”, а верх занадто слабший – то надійде команда на підйом ВЧ. Регулювання ця здійснюється, щоправда, не стрибком, а пропорційно різниці рівнів СЧ і ВЧ.

Яким же саме чином здійснюється це регулювання, повторимося, вирішує знову ж максимайзер, а не ви. Ви можете тільки встановити межу глибини цього регулювання регулятором “Definition”. Між собою різні моделі максимайзерів відрізняються, головним чином, частотами розподілу фільтрів СЧ/ВЧ і динамічними характеристиками ланцюгів керування. Роботу регулятора тембру ВЧ індикують світлодіоди зі значком фази, що вказують, що зараз відбувається підйом ВЧ (+Ф), або завал (-Ф).

Тому що за вас все вирішує “залізьяка”, той цей пристрій дуже легко й часто обманюється. Наприклад, спробуйте подати йому на вхід середньочастотний сигнал (флейти) і послухайте результат. Шок вам гарантований! (Втім, це може відбутися майже завжди, якщо використовувати будь-який пристрій не по призначенню...)

Очевидно, що найкраще застосування максимайзера (“залізного”, не плутати з комп'ютерним Plug-in!) – це коректування балансу різних, уже готових і зведених фонограм, для приведення їх до “однакового” характеру звучання, або ж обробка будь-яких інших широкополосних сигналів.

Віталайзер (Vitalizer) – це ще один пристрій, обкутаний серпанком легенд... При цьому їхній спектр досить широкий, від абсолютної віри у всемогутність віталайзера до майже повного його неприйняття. Цей прилад, розробила і випускає німецька фірма SPL. Віталайзери випускаються цією фірмою в декількох моделях і під різними назвами, від “просто” Vitalizer до такого “страшного” назви, як PsychoDynamicProcessor – “Психодинамический процессор”.

Однак реальні розходження між ними (крім окремих або сполучених стереоканалів а також різнойменних і частенько “заумних” написів на однакові й прості по своїй суті регуляторах) - полягають тільки в трохи, що відрізняються номіналах, частотозадаючих ланцюгів. Тому обмежимося тут розглядом лише однієї моделі, з найбільш зрозумілою лицьовою панеллю.

Ця модель – StereoVitalizer – містить у собі досить своєрідний “психоакустичний еквалайзер” і так званий Surround-Processor. Останній представляє собою досить тривіальний розширник стереобазиса. А от на еквалайзері доцільно зупинитися детальніше.

Він складається із двох частин, що діють практично незалежно одна від іншої. Загальне в них тільки те, що, крім окремих регуляторів на різні смуги

спектра, є й загальний регулятор Process, що встановлює глибину впливу відразу всіх темброутворюючих ланцюгів на оброблюваний сигнал.

Це досягається завдяки тому, що в Vitalizer застосований так званий “паралельний” принцип побудови тракту обробки. При цьому різні частотні складового сигналу ефектів спочатку підсумуються між собою, і тільки потім - додаються до вихідного сигналу. (Про цей принцип ми, можливо, розповімо докладніше коли-небудь пізніше, тут же - не будемо заглиблюватися в зайві тонкості.)

Отже - регулятор НЧ “Bass”. Його відмінність від звичайних – це те, що, по-перше, вона працює тільки “у плюс”, тобто на підйом. Незалежно від того, куди повернуть від нульового положення, вправо або вліво. По-друге, залежно від напрямку обертання цього регулятора, сигнал НЧ-Складових підмішується до вихідного сигналу то синфазно, то протифазно.

(Природно, що в другому випадку спочатку відбувається ослаблення НЧ, і тільки при подальшому обертанні цього регулятора в тім же напрямку, починається підйом НЧ.) Природно, що результуюча АЧХ при цьому буде істотно відрізнятися від тієї, що вийшла у першому випадку.

Крім розходження в АЧХ, проявляються й розходження у ФЧХ. У другому випадку (додавання із протифазою) фаза результуючого сигналу на низьких частотах відстає (запізнюється) від відповідної фази у вхідному сигналі, що в ряді випадків може використовуватися для коректування тимчасового положення в загальній звуковій картині звучання окремих інструментів, що мають переважно низькочастотний спектр. Тобто можна трохи “розсунути”, приміром, звучання бас-гітари й бочки, або навпаки, сполучити їх, виходячи з того, що в цей момент вам необхідно.

Регулювання тембру на середніх і високих частотах у Віталайзері здійснюється двома регуляторами – Mid-High Tune і Harmonics.

Перший із цих регуляторів – це регулятор тембру по ВЧ, однак досить незвичайний. Справа в тому, що, у силу особливої конструкції Віталайзера при установці загального регулятора Process у максимальне положення - результуюча АЧХ здобуває плавний, пологий спад у напрямку від низьких частот до високих, тобто чим вище частота вхідного сигналу - тим більше він послабляється на виході. Правда, максимальна величина цього ослаблення невелика, і становить близько 6дБ. Згаданий же регулятор Mid-High Tune дозволяє піднімати найвищі частоти, починаючи від частоти (приблизно) близько 20кГц, і... долілиць! Єдиний момент, що робить роботу із всіма Віталайзерами трохи незвичною – це те, що регулятор Mid-High Tune установлений “з точністю до навпаки”. Тобто крайнє ліве його положення відповідає підйому самих верхніх частот, а крайнє праве, навпаки, найнижчих.

Цей регулятор, по суті, являє собою електронний аналог резонансного контуру, настроєного на частоту 24кГц. І зміна смуги частот, у яких здійснюється корекція АЧХ, виробляється шляхом зміни добротності цього контуру, а не частоти його настроювання! При його високій добротності - здійснюється підйом тільки найвищих частот звукового спектра, що лише ледве зачіпається досить вузькій резонансній кривій цього контуру.

При зниженні добротності (повороті ручки Mid-High Tune убік більше низьких частот) смуга охоплених цим контуром частот розширюється долілиць, і здійснюється підйом не тільки найвищих складових спектра, але й більше низьких.

Таким чином, при використанні цього регулятора вдається підняти самі верхні частоти, і одночасно послабити рівень “верхньої середини”, що настільки часто нам досаждає в багатьох вітчизняних записах. До речі, сильно здивовані цим нерідким і досить своєрідним дефектом наших звукозаписів, західні звукорежисери навіть придумали особливий термін для його позначення – “росіяни 6кГц”! Мабуть, це єдиний термін, яким вітчизняний звукозапис збагатили міжнародний професійний лексикон...

Ще один регулятор, що входить до складу Віталайзера – це ручка Harmonics. Це – регулятор рівня вихідного сигналу убудованого у Віталайзерексайтера, що підмішується в загальний сигнал ефекту. Взагалі цей ексайтер один із самих найпростіших, і крім регулятора рівня має тільки регулятор частоти настроювання, сполучений з ручкою регулятора Mid-High Tune.

Всі інші моделі Віталайзерів мають ще додатково й кнопку Solo, що дозволяє знімати з його тільки сигнал ефекту й здійснювати змішування його із прямим сигналом у зовнішніх пристроях, наприклад, у мікшерном пульта.

Ексайтер (Exciter)

З моменту своєї появи наприкінці 70-х років ексайтер був і залишається самим популярним у світі психоакустичним процесором. Можна сказати, що з його властиво, і почалася ера психоакустичних процесорів. Зараз немає ні однієї поважаючої себе фірми, що не випускала б як мінімум однієї моделі ексайтера. На жаль, у нашій країні йому не пощастило, на відміну від багатьох інших приладів, ексайтер і понині не занадто відомий широкому колу звукорежисерів.

Вступний на вхід ексайтера сигнал розгалужується на два: один з них надходить безпосередньо на вихідний суматор, а другий направляється в ланцюг обробки, після яких він додається до прямого, неопрацьованого сигналу. (Ексайтер, так само як і розглянутий вище Віталайзер, теж побудований по паралельному принципі.)

У ланцюзі обробки сигнал спочатку надходить на вхідний регульований підсилювач, за допомогою якого можна підібрати необхідну вам величину завантаження (рівень порушення) генератора гармонік, що перебуває після спеціального фільтра ВЧ. Цей фільтр має особливі АЧХ і ФЧХ, що дозволяють при подальшому підсумовуванні обробленого й прямого сигналів одержати “розтяжку” коротких імпульсів, і як наслідок, трохи збільшити їх суб'єктивно сприйману гучність.

У фільтрі є регулятор частоти настроювання Tune, що дозволяє вибрати для обробки бажану частину спектра вхідного звукового сигналу, і регулятор добротності Peaking, що дозволяє створити додатковий акцент у звучанні. Крім цих регуляторів, у фільтрі є перемикач Vox/Wide, кардинальним чином характер, що змінює, роботи й, відповідно, звучання ексайтера, особливо в області середніх частот.

Минулу фільтрацію сигнал знову, у свою чергу, розгалужується на два. Один надходить прямо на суматор сигналу ефекту, а другий подається на керування генератором гармонік. От саме в цьому генераторі (він - також складається з декількох вузлів, але, щоб не занадто морочити вам голову зайвими дріб'язками, ми ці подробиці тут опускаємо) на основі інформації, що витягається із вхідного сигналу, і здійснюється саме головне – генерація вищих гармонік. При цьому синтезується, головним чином, друга гармоніка – як сама благозвучна (октава, самий чистий музичний інтервал!), а також ще деякі, але істотно меншої амплітуди.

Синтезовані тут гармоніки подаються на суматор сигналу ефекту через регулятор Brightness, що дозволяє встановити бажану величину в загальному сигналі ефекту.

Потім, повністю сформований, цей сигнал за допомогою регулятора Mix підмішується до вихідного (вхідному) сигналу у вихідному суматорі. Згаданою ручкою Mix ви встановлюєте бажану величину одержуваного ефекту дії ексайтера.

По звуку – ексайтер ставиться до тієї, улюбленої професійними звукорежисерами групі пристроїв, робота яких непомітна доти, доки їх не виключиш. Вироблений ним ефект наочніше всього описується так: завісьте ваші студійні монітори ковдрою й включите звук. А тепер, зніміть ковдру. Краще? Ексайтер діє дуже схоже, при його включенні зі звуку йдуть “ватність” і каламуть, звучання стає чітким і прозорим.

Тому що дія його заснована на досить складному процесі, що враховує комплексний характер сприйняття звуків людським вухом, то в силу складності цього процесу його принципово неможливо охарактеризувати за

допомогою цифр. От тому всі спроби як те охарактеризувати вироблений ексайтером (та й не тільки їм) ефект носять переважно описовий характер.

До речі - це взагалі одна з відмітних рис всіх психоакустических процесорів, неможливість за допомогою будь-якого набору яких-небудь цифрових параметрів описати їхню роботу. Тому не дивуйтеся, якщо в рекламних матеріалах або навіть у самому паспорті на процесор, що сподобався вам, ви знайдете купу абсолютно не потрібних вам цифр (типу ваги, розмірів, споживаної потужності й т.д.), і не знайдете практично ні однієї цифри, що характеризує те єдине, що вас насправді цікавить – звук. У випадку з ексайтером – єдина цифра, що має “відношення до справи”, це діапазон перебудови (частота настроювання) фільтра. У більшості моделей це діапазон від 700 Гц до 7кГц.

Застосування ексайтера надає прозорість і чіткість будь-якому звучанню, при його включенні звук як би “розкривається”. Значно поліпшуються пророблення й сприйняття дрібних деталей і нюансів звукового сигналу, звук стає жив і природним, починає “дихати”. Вокал після обробки його ексайтером здобуває підвищену чіткість, ударні інструменти (особливо “залізо”) починають звучати краще, ніж “живі”.

А акустична гітара з ексайтером – це ж просто мрія! Практично не існує жодного музичного інструмента або звуковідтворюючої системи, звучання яких не можна було б поліпшити ексайтером!

Основні поняття теми: ексайтер, віталайзер, максимайзер

Література основна: 1.2, 1.1.

Література додаткова: 2.2, 2.3, 2.4, 2.5.

Електронні ресурси: 3.1, 3.4, 3.7, 3.18.

Тема 5. Antares Auto-Tune (2год.)

До числа кращих програм, що дозволяють здаватися цілком пристойними співаками людям, яким ведмідь на вухо наступив, належить Antares Auto-Tune. Це не самостійна програма, а DX-Плагин, якому необхідно підключати до якої-небудь програми-хосту (переважніше до Cakewalk SONAR або Cubase SX).

Голос співака й солючий інструмент характеризуються ясно обумовленою висотою тону. Звук у цих джерелах генерується вібруючим елементом. Припустимо вважати цей процес періодичним. Висота тону такого звуку може бути ідентифікована й оброблена Auto-Tune.

Звичайно, у більшості випадків реальні звуки мають більше складну структуру. Як приклад можна привести скрипкову групу оркестру, що грає в унісон однакову ноту. Такий звук плагин Auto-Tune не здатний обробити через відсутність явно вираженої періодичності коливання.

Висоті тону періодичної хвильової форми відповідає частота повторень її характерного елемента. Наприклад, висота тону ноти ля третин MIDI-Октави відповідно до найбільше розповсюдженого стандарту відповідає частоті 440Гц.

Для того щоб автоматично виправити висоту тону, спочатку необхідно розпізнати її у звуці, що надходить на вхід плагіна. Обчислення висоти тону періодичної форми хвилі – завдання відносно нескладна. Потрібно виміряти час між повтореннями хвильової форми (період), потім знайти величину, зворотну періоду, це й буде частота в герцах. Саме такий алгоритм реалізований в Auto-Tune.

У пам'яті плагіна зберігаються значення частот синусоїдальних коливань (чистих тонів), що відповідають "стандартним" нотам. Процес детектирования висоти тону в плагіні складається, по-перше, у визначенні того, до частоти якої ноти виявляється ближче всього основна частота оброблюваного звуку й, по-друге, у вимірі різниці значень двох частот. На основі результатів вимірів виробляється таке перерахування оброблюваного сигналу, що його основна частота стає дорівнює частоті ноти.

Подібна логіка роботи забезпечує корекцію погрішності виконання в тому випадку, коли вона менше половини півтону. Якщо "співак" фальшивить ще сильніше, те у визначенні "правильної" найближчої ноти буде допускатися помилка. Тому передбачені й більше складні алгоритми розпізнавання й корекції тону. Наприклад, задається тональність і лад, у яких написана композиція. Програма після попереднього визначення найближчої ноти перевірить її на предмет відповідності такій визначеній шкалі. У випадку появи "неприпустимої" ноти вона буде замінена на найближчу дозволена.

Верхня гранична висота розпізнаваного тону в Auto-Tune відповідає ноті до четвертій октаві або частоті приблизно 2093 Гц. У низькочастотній області плагін здатний правильно виявити висоту тону із частотою близько 25 Гц. Такий діапазон дозволяє коректувати тон практично для всіх типів голосів і інструментів.

В Auto-Tune існують два різних режими забезпечення корекції висоти тону: автоматичний і графічний.

В автоматичному режимі роботи Auto-Tune безупинно відслідковує висоту тону звуку на вході плагіна й порівнює результат зі шкалою, певної користувачем (із заданими ладом і тональністю). Безупинно ідентифікується тон шкали, найбільш близький до вхідного тону. Якщо висота тону на вході плагіна точно відповідає тону шкали, ніяка корекція не застосовується. Якщо висота тону на вході відрізняється від бажаного тону шкали, висота тону на виході плагіна перетвориться до найближчого тону шкали.

Основи автоматичного режиму корекції висоти тону - лад і тональність. Вибір тональності виробляється в списку, що **розкривається**, Key. Це визначає висоту першої ноти гама відповідно до стандарту "A3 = 440Гц".

Для вибору звукоряду, що відповідає певному ладу, потрібно клацнути на меню, що **розкривається**, Scale і потім вибрати лад зі списку. Обраний звукоряд відображається на дисплеї редагування шкали припустимих тонів **Edit Scale**.

Auto-Tune 3 поставляється з 29 визначеними ладами. Весь список ладів можна умовно розділити на групи: рівномірно темперовані, історичні й етнічні.

З найбільшою ймовірністю ви будете працювати в рівномірно темперованих ладах:

- **Major** - мажорна гама з 7 тонами;
- **Minor** - мінорна гама з 7 тонами;
- **Equal Tempered chrom.** - хроматична гама з 12 тонами.

Якщо в композиції відтвориться звучання, характерне для днів, що канули в лету, те, не виключено, що вам придадуться історичні лади:

- **Scholar's Lute** - гама з 7 тонами, що застосовувалася в древньому Китаї;
- **Greek diatonic genus, Greek chromatic genus, Greek enharmonic genus** варіанти гама з 7 тонами (древня Греція);
- **Barnes-Bach (chromatic)** - гама з 12 тонами, оптимізована для виконання "Добре темперованого клавіру" Баха.

Серед етнічних ладів ви виявите:

- **Indian** - гаму з 22 тонами, що використовується в народній музиці Індії;
- **Slendro** - індонезійську гама з 5 тонами;
- **Arabic 1** - арабську гаму з 17 тонами.

Знайдуться тут і сучасні лади, які використовуються, щоб виконувати тональну музику з більшою чистотою інтервалів і акордів. Вони являють собою рівномірно темперовані гама з більшою кількістю тонів, наприклад:

- **19 Tone, 24 Tone, 53 Tone** - гама з 19, 24 і 53 тонами;
- **Carlos Alpha** - отримана в результаті комп'ютерного аналізу мікротональна гама, що ділить октаву на 15,385 кроків, що формують інтервали по 78,0 центів (цент - сота частина півтону);
- **Carlos Gamma** - мікротональна гама, що дозволяє досягти зробленої чистоти первинних інтервалів (3/2, 4/3 і 5/4), ділить октаву на 34,188 кроку, що формують інтервали по 35,1 centa.

Цього вже цілком достатньо для практичних цілей. Однак можливості плагина ще ширше. В Auto-Tune передбачений спеціальний дисплей, призначений для редагування шкали припустимих тонів (**Edit Scale**). На ньому відображаються тони, що становлять ту шкалу, по якій плагин підбудовує висоту тону вхідного сигналу.

Дисплей Edit Scale

Окремі ноти ладу можна "обійти", заборонивши їхній облік в алгоритмі корекції висоти тону, коли тон на вході близький до даних нот. Для цього варто нажати відповідні кнопки в стовпці **Bypass**.

Окремі ноти ладу можуть також бути вилучені з метою забезпечення більше широкого (у порівнянні зі звичайним діапазоном шириною в 49 центів) діапазону корекції висоти тону (стовпець **Remove**).

Регулятор **Scale Detune** може використовуватися для того, щоб погодити вокальну партію з безнадійно розстроєним інструментом або забезпечити корекцію до стандарту, що відрізняється від звичайного "A3 = 440 Гц".

Auto-Tune дозволяє управляти швидкістю перебудови висоти тону за допомогою регулятора **Retune**. Швидка перебудова (регулятор близький до положення **Fast**) добре підходить для коротких нот і безінерційних інструментів. Значення параметра **Retune** від 10 до 50 типові для вокалу. Повільна перебудова (регулятор близький до положення **Slow**) краще підходить для більше довгих нот, коли ви хочете зберегти у вихідному сигналі виразність звучання й нюанси інтонування.

За допомогою Auto-Tune є можливість створити вібрато у звуці, що надходить на вхід плагина. У групі **Vibrato** ви можете вибрати форму графіка зміни висоти тону у вібрато (синусоїдальний сигнал, що модулює, прямокутні або пілкоподібні імпульси). Тут також є регулятори для програмування глибини, частоти й затримки початку вібрато. Ці елементи особливо корисні для того, щоб додати вібрато голосу, що спочатку був його повністю позбавлений. А незвичайні комбінації форми сигналу, що модулює, його частоти й глибини модуляції можуть використовуватися для одержання спеціальних ефектів.

За результатами досліджень характеристик різних типів звукових сигналів розроблювачі Auto-Tune пропонують користувачам вибір оптимізованих алгоритмів корекції висоти тону, що враховують особливості оброблюваного матеріалу (голос: сопрано, альт/тенор, баритон; музичний інструмент; басовий музичний інструмент).

У групі **Select Pitch Reference** виробляється вибір одного зі стереоканалів (лівого **L** або правого **R**) як джерело сигналу, по якому розпізнається тон. Не потрібно думати, начебто сам плагин монофонічний.

Auto-Tune забезпечує корекцію висоти тону у стереотреку при збереженні фазових співвідношень між сигналами стереоканалів, а значить і при збереженні стереообразу. Просто таким способом підвищується надійність розпізнавання висоти тону. Адже якби робити це по двох каналах відразу, те через розходження в їхніх сигналах відбувалося б подвоєння голосу, а в таких умовах плагин працює не дуже надійно.

В Auto-Tune існує можливість керування корекцією тону в режимі реального часу з MIDI-Клавіатури або за допомогою MIDI-повідомлень, попередньо записаних на трек секвенсора додатку-хоста. Для цього передбачені дві MIDI-Функції: **Target Notes Via MIDI** і **Learn Scale From MIDI**. Суть першої MIDI-Функції полягає в тому, що гама, використовувана для корекції, визначається вступниками MIDI-Нотами. За рахунок цього, по-перше, можна домогтися ідеально точного інтонирования, адже частота MIDI-Нот, по яких буде вироблятися підстроювання, на відміну від частоти аудіосигналу, розпізнається з абсолютною точністю. Вірніше буде навіть сказати, що в цьому випадку частота не розпізнається плагином, а повідомляється йому. По-друге, таким способом можна змусити правильно співати кого завгодно й навіть що завгодно. Тон будь-якого попередньо засэмплованого звуку буде змінюватися відповідно до мелодії, відображеної в MIDI-Повідомленнях.

А чим цікава MIDI-Функція **Learn Scale From MIDI**?

Використовуючи дисплей **Edit Scale**, ви, як правило, зможете заздалегідь указати Auto-Tune ноти, до яких, варто виправляти висоту тону. Однак можуть зустрітися випадки, коли точно не ясно, до якої тональності належить лінія мелодії. А іноді може виявитися незручно підбудовувати мелодійну лінію під яку-небудь традиційну гаму, тому що для цього буде потрібно занадто багато випадкових знаків альтерації. Для таких ситуацій і призначена MIDI-Функція **Learn Scale From MIDI**. Вона дозволяє вам просто грати лінію мелодії на MIDI-Клавіатурі або відтворювати її із треку секвенсора, а Auto-Tune буде будувати специфічну гаму, що містить тільки тої ноти, які з'являються на MIDI-Вході плагина.

Зверніть увагу на розходження в призначенні MIDI-Функцій. Функція **Target Notes Via MIDI** використовується, щоб визначити дозволені значення висоти тону для висотної корекції в режимі реального часу, у той час як функція **Learn Scale From MIDI** застосовується перед корекцією, щоб заздалегідь створити специфічну гаму.

Графічний режим подібний автоматичному в тому розумінні, що в ньому висота тону вступника на вхід сигналу також безупинно змінюється таким чином, щоб висота тону вихідного сигналу була ближче до бажаної висоти.

Але в графічний режим бажана висота - не визначений тон звукоряду, а, скоріше, задане вами графічне подання бажаної висоти - графік цільової функції.

Характерний елемент графічного режиму - дисплей Pitch Graph, у якому відображаються графіки зміни висоти тону. Вертикальна вісь системи координат відповідає висоті тону, горизонтальними лініями сітки позначені тони гами. По горизонтальній осі відкладений час.

Червоний графік відображає висоту тону вихідного сигналу, а жовтий - бажану залежність висоти від часу (ціль роботи плагіна).

Тональність, лад, а також настройка шкали частот щодо стандарту "A3 = 440 Гц" визначаються за допомогою елементів керування, доступних в автоматичному режимі. Ці параметри зовсім не зачіпають обчислень, здійснюваних у графічному режимі. Однак з ними зв'язана зміна виду координатної сітки дисплея.

Ліворуч дисплея **Pitch Graph** перебуває вертикальна смуга прокручування й кнопки, що управляють масштабом відображення по вертикалі. У графічному режимі є також дисплей що обгинає (**Envelope Graph**), у якому відображається хвильова форма звукового сигналу.

Однієї з основних функцій графічного режиму є функція **Track Pitch**, використовувана для того, щоб розпізнати висоту тону звукового сигналу. У додатку-хості встановить покажчик поточної позиції в початок тої ділянки треку, на якому ви хочете розпізнати й скорегувати висоту тону, і в групі **Playback** натисніть кнопку **Track Pitch**. У додатку-хості ввімкніть режим відтворення. Коли весь необхідний фрагмент буде програний, зупиніть відтворення й повторно натисніть кнопку **Track Pitch**. Графік зміни розпізнаної висоти тону з'явиться на дисплеї **Pitch Graph**.

Отже, висота тону вхідного сигналу розпізнана, тепер її потрібно скорегувати. Першою справою варто задати графік бажаної висоти тону (цільової функції).

Кнопка **Make Curve** дозволяє сформуванати на дисплеї **Pitch Graph** цільовий графік корекції тону (лінія жовтого кольору) на основі наявного графіка зміни розпізнаного тону вхідного сигналу (червона лінія). графік, Що Вийшов, далі можна редагувати за допомогою інструментів редагування (**Line , Curve , Pointer i Zoom/Select**) і кнопок (**Undo , Cut , Copy i Paste**). У цьому полягає основний спосіб висотної корекції в графічному режимі Auto-Tune.

Коли графік цільової функції зміни висоти тону заданий, можна застосувати висотну корекцію до звуку, записаному на треку. Для цього натисніть кнопку **Correct Pitch** і потім включите в додатку-хості режим відтворення.

Основні поняття теми: DX-Плагин, Edit Scale, Learn Scale From MIDI.

Література основна: 1.1, 1.2.

Література додаткова: 2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 2.6.

Електронні ресурси: 3.1, 3.4, 3.7, 3.8, 3.16, 3.17.

Практичне заняття 3. Робота з Antares Auto-Tune (4 год.)

IV. ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття 1: Динамічна обробка та еквалізація сигналу. (2 год.)

1. Виконання практичної роботи

2. Вправи на розвиток звукорежисерських навичок.

3. Перевірка результатів

Література основна: 1.1, 1.2.

Література додаткова: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.6.

Електронні ресурси: 3.11, 3.14, 3.7, 3.18.

Практичне заняття 2: Робота з ефект-процесорами. (4 год.)

1. Виконання практичної роботи

2. Запис та накладання ефектів за допомогою вбудованих ефект-процесорів.

3. Перевірка результатів.

Література основна: 1.2, 1.3.

Література додаткова: 2.1, 2.4, 2.3, 2.5.

Електронні ресурси: 3.11, 3.14, 3.17, 3.8.

Практичне заняття 3: Робота з Antares Auto-Tune. (4 год.)

1. Виконання практичної роботи

2. Ознайомлення з комп'ютерними додатками до програмами звукозапису.

3. Створення пробного запису

4. Перевірка результатів.

Література основна: 1.1, 1.2.

Література додаткова: 2.1, 2.2, 2.3, 2.5, 2.6.

Електронні ресурси: 3.1, 3.4, 3.7, 3.8, 3.16, 3.17.

V. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА КАРТА ДИСЦИПЛІНИ «ВБУДОВАНІ ДОДАТКИ ДО МУЗИЧНИХ ПРОГРАМ»

Разом: 54 год., лекції – 10 год., практичні заняття – 10 год., самостійна робота – 31 год., поточний контроль – 3 год.

Модулі	Змістовний модуль 1				
Кількість балів за модуль	110 б.				
Лекції					
Теми лекцій (Всього балів – 5)	Динамічна обробка (1 б.)	Еквалайзер (1 б.)	Програмні модулі. (1 б.)	Психоакустичні процесори (1 б.)	Antares Auto-Tune (1 б.)
Теми практичних занять (Всього балів – 55)		Динамічна обробка та еквалізація сигналу 10 б. + 16.	Робота з ефект- процесорами 20 б. + 26.		Робота з Antares Auto- Tune 20 б. + 26.
Самостійна робота (Всього балів – 25)	5 б.	5 б.	5 б.	5 б.	5 б.
Види поточного контролю	Модульна контрольна робота (25 б.)				
Підсумковий контроль	залік				
Усього без урахування коефіцієнта – 110 балів. Коефіцієнт – 1,1					

VI. РОЗПОДІЛ БАЛІВ ЗА ВИДАМИ РОБІТ

Види роботи	Кількість	Балів за одиницю	Всього балів
Лекції	5	1	5
Практичні заняття	5	10	50
Відвідування практичних занять (за 2 год.)	5	1	5
Самостійна робота	5	5	25
МКР	1	25	25
Всього балів			110
Коефіцієнт			1,1

VII. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Змістовий модуль та теми курсу	Зміст завдання	Академічний контроль	Год.	Бали
<i>Змістовний модуль 1.</i>				
Тема 1. Динамічна обробка	Опрацювання літератури. Робота з проектами	Практичне завдання	6	5
Тема 2. Еквалайзер	Опрацювання літератури. Робота з проектами	Практичне завдання	6	5
Тема 3. Програмні модулі.	Опрацювання літератури. Робота з проектами	Практичне завдання	6	5
Тема 4. Психоакустичні процесори	Опрацювання літератури. Робота з проектами	Практичне завдання	6	5
Тема 5. Antares Auto-Tune	Опрацювання літератури. Робота з проектами.	Практичне завдання	7	5
Разом			31	25

VIII. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Навчальні досягнення з дисципліни «Вбудовані додатки до музичних програм» оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульного контролю,

накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок; розширення кількості підсумкових балів до 100.

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти, в якій зазначено види й терміни контролю. Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення в європейську (ECTS) шкалу подано у таблиці.

У процесі оцінювання навчальних робіт застосовуються такі методи:

- **Усного контролю:** індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, залік.
- **Практичного контролю:** озвучування музичних заходів.
- **Методи самоконтролю:** уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Загальні критерії оцінювання успішності студентів, які отримали за 4-бальною шкалою оцінки «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», подано у таблиці.

Порядок переведення рейтингових показників успішності в європейську шкалу ECTS

Рейтингова оцінка	Оцінка за стобальною шкалою	Значення оцінки
A	90 – 100 балів	Відмінно – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
B	82 – 89 балів	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
C	75 – 81 балів	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
D	69 – 74 балів	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
E	60 – 68 балів	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)

FX	35 – 59 балів	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
F	1 – 34 балів	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

Модуль включає бали за поточну роботу на практичних заняттях, виконання самостійної роботи, індивідуальну роботу, модульної контрольної роботи. Виконання модульних контрольних робіт передбачає виконання творчих завдань щодо сценарної діяльності майбутнього фахівця. Модульний контроль знань здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу модуля. Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної та індивідуальної роботи залежить від дотримання таких вимог: своєчасність виконання навчальних завдань; повний обсяг їх виконання; якість виконання навчальних завдань; самостійність виконання; творчий підхід у виконанні завдань; ініціативність у навчальній діяльності.

**Розподіл балів за темами змістових модулів,
що присвоюються студентові упродовж вивчення навчального курсу
«Вбудовані додатки до музичних програм»**

Змістовий модуль 1 (лекційні заняття + практичні заняття + самостійна робота)					МКР
Тема 1.1	Тема 1.2	Тема 1.3	Тема 1.4	Тема 1.5	
6	17	28	6	28	25
Усього за VIII семестр без урахування коефіцієнта – 110 балів					

Усього без урахування коефіцієнта – 110 балів (коефіцієнт – 1,1)

ІХ.МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- *словесний* (викладення основних положень навчального курсу);
- *ілюстративний* (показ викладачем методів і прийомів);

- *ілюстративно-словесний* (поєднання викладачем пояснень з ілюстрацією прийомів);
- *репродуктивний* (відтворення студентами прийомів, проілюстрованих викладачем);
- *репродуктивно-варіативний* (поєднання студентом запропонованих викладачем прийомів з іншими формами й методами звукорежисерської діяльності);
- *креативний, творчий* (створення студентами оригінальних варіантів інтерпретації музичних творів; нестандартний підхід до розв'язання сценічних ситуацій; опанування навичок імпровізації);
- *проблемно-пошуковий* (самостійний пошук студентом засобів і способів розв'язання проблемних ситуацій у процесі виконання навчальних завдань);
- *проектування* (розроблення авторського проекту аранжування музичного твору; створення власного проекту роботи над музичним твором)
- *модельовання* (імітація в навчальному процесі педагогічних ситуацій і професійної діяльності аранжувальника);
- *педагогічний аналіз* (формування у студентів навичок самоаналізу і самокоригування своїх педагогічних і музично-виконавських дій);
- *інтеграції* (акумуляція і синтез знань з різних фахових дисциплін у процесі педагогічної та інструментально-виконавської діяльності).

X. МЕТОДИЧНЕ І ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КУРСУ

- робоча навчальна програма;
- тексти лекцій;
- навчальні посібники;
- збірка контрольних завдань для тематичного (модульного) оцінювання навчальних досягнень студентів;
- завдання для контролю знань студентів з навчальної дисципліни «Вбудовані додатки до музичних програм».
- комп'ютери та програмове забезпечення;
- МІДІ-клавіатури;

- sound-карти зовнішня;
- комплекти звукопідсилювальної апаратури (мікшерський пульт, підсилювач, акустичні колонки, комутація);
- мікрофони (динамічні, конденсаторні) для студійної та сценічної роботи;
- монітори студійні:
 1. далекого спектру дії;
 2. ближнього спектру дії.

XI. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна література

(знаходиться на сайті Інституту мистецтв в бібліотеці з мистецьких дисциплін кафедри інструментально-виконавської майстерності):

- 1.1. Петелин Р.Ю., Петелин Ю.В. Cool Edit Pro 2. Секреты мастерства. Серия "Мастер медиа". СПб.: БХВ-Петербург, – 2008. – 432 с.
- 1.2. Севашко А.В. Звукорежиссура и запись фонограмм. Профессиональное руководство. – М.: Додэка XXI, Альтекс, – 2007. – 432 с.
- 1.3. Рагс Ю.Н. Акустические знания в системе музыкального образования: очерки. – Рязань: Литература М, – 2010. – 324 с.

Додаткова:

- 2.1. Землинский Л. Методы электронного синтеза //MusicBox, 1998. – № 2, – С. 79-83.
- 2.2. Петелин Р.Ю., Петелин Ю.В. Cakewalk SONAR. Запись песни в домашней студии.– СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 608 с.
- 2.3. Петелин Р.Ю., Петелин Ю.В. Sonar. Секреты мастерства. – СПб: БХВ-Санкт-Петербург, Арлит, – 2002. – 656 с.
- 2.4. КенцлГ. Форматы файлов Internet. – СПб.: Питер, – 1997.– 320 с.
- 2.5. Петелин Р.Ю., Петелин Ю.В. Cake walk SONAR7 Producer Edition. Запись и редактирование музыки.– СПб.: БХВ-Петербург, – 2008. – 880 с.
- 2.6. Рагс Ю.Н. Акустические знания в системе музыкального образования: очерки. – Рязань: Литература М, – 2010. – 324 с.

Електронні ресурси:

- 3.1. <http://www.musicnotes.com/>
- 3.2. <http://anastasia-arkh.livejournal.com/2595.html>
- 3.3. <http://www.mari.kiev.ua/05.htm>
- 3.4. <http://www.membrana.ru/themes/music/?page=1>
- 3.5. <http://www.franko.lviv.ua/mediaeco/zurnal/indexukr.htm>
- 3.6. <http://intkonf.org/stolyarchuk-li-vikoristannya-kompyuternih-tehnologiy-na-urokah-muziki/>
- 3.7. <http://www.art-education.ru/otd-basic-muzyka.html#Публикации>
- 3.8. <http://www.muzelectron.ru/08kiosk.html>
- 3.9. <http://www.artandscienceofsound.com/>
- 3.10. <http://www.yamahamusicsoft.com/en/category/Digital+Books/product/1168059?currency=USD>
- 3.11. <http://www.jossoft.dk/yamaha/software.htm>
- 3.12. <http://debbiecavalier.berkleemusicblogs.com/>
- 3.13. <http://www.futureofmusicbook.com/2009/10/google-to-release-music-search-service/>
- 3.14. <http://www.berkleemusic.com/school/certificates/master>
- 3.15. <http://vultrix.com/post/841779538/guitar-hero-drums-as-a-real-drum-kit>
- 3.16. http://www.youtube.com/watch?v=9Fbk2s_WCHU
- 3.17. http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_musical_instrument
- 3.18. http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Sound_Control