

# Вибір апаратної частини інтерактивної системи навчання грі на гітарі

Шевченко І. А.,

e-mail [shvchenkoinna4@gmail.com](mailto:shvchenkoinna4@gmail.com)

Кафедра ЗТ та РІ

Факультет електроніки [fel.kpi.ua](http://fel.kpi.ua)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» [kpi.ua](http://kpi.ua)

**Реферат**—Описано принцип звукознімання та обробки сигналів окремих струн гітари. Досліджено існуючі системи звукознімання та обробки, а також їх можливості візуалізації сигналів та інтерактивності. Розглянуті можливості використання даних систем для навчання грі на гітарі. Наведена практична реалізація апаратної частини інтерактивної системи, що може використовуватись для навчання грі на гітарі. Порівняно існуючі та запропонована системи, виділені плюси та мінуси кожної системи.

**Ключові слова:** гітара, інтерактивні системи, навчальні системи, звукознімач, MIDI.

## I. Вступ

Одними із популярних музичних інструментів є гітара. Навчатися грі на гітарі можна в музичній школі або самостійно, використовуючи різноманітні системи навчання (відео, книги тощо). Останній варіант є більш привабливим, так як економить кошти, але при цьому він потребує більше часу і музикант може допускати багато помилок. Для покращення результату доцільно використовувати інтерактивні системи навчання грі на гітарі.

Інтерактивна система - система, в якій вирішення конкретного оперативного завдання здійснюється в процесі безпосередньої взаємодії людини і засобів зв'язку, обчислювальної техніки і т. п. [1].

Елементами інтерактивної системи є всі елементи, які беруть участь в процесі обміну даними з іншою системою або з людиною. Термін «інтерактивність» (з англ. Interaction - взаємодія) набув широкого поширення, використовується в найрізноманітніших сферах, від теорії інформації до соціології і промислового дизайну.

Прикладом інтерактивної системи є тюнер для налаштування гітари. Принцип дії всіх електронних тюнерів однаковий: вони розпізнають звук, який видає інструмент (в нашому випадку відкрита струна гітари) і відображають наскільки він відповідає певній ноті [2].

Зазвичай, для самостійного навчання грі на гітарі учні або читають спеціальну літературу чи статті, або дивляться навчальні відео. Таким методом ті, хто навчаються, можуть допускати багато помилок, які ніхто не виправляє. Інтерактивна система має полегшити і пришвидшити процес навчання вказуючи де учень робить помилки і як їх виправляти.

Для коректної роботи системи обов'язковим є наявність інформації про те яка струна звучить і на якій частоті. Таку інформацію можна отримати тільки спеціальними звукознімачами та пристроями обробки звуку.

Існують різні типи звукознімачів. П'єзоелектричні звукознімачі знімають коливання деки. Принцип їх дії дуже простий: за допомогою двосторонньої липкої стрічки вони наклеюються на верхню деку і згинаються разом з нею при її коливанні, при цьому генерується електрична напруга, яке можна в подальшому посилити. Але п'єзоелектричні звукознімачі, встановлені на деку не дають інформацію про звучання кожної струни окремо [3]. Тільки звукознімачі з п'єзоелементом на кожному струну можуть вирішити цю проблему.

Також є звукознімачі, що реагує на коливання струн. Сам процес перетворення коливань струни в сигнал, відбувається так: струна коливається в полі, яке створює постійний магніт (магніти) датчика. Коли всередині котушки, що розміщена навколо магнітів, виникає струм, то він по проводам подається в підсилювач [4]. Такі звукознімачі поділяються на ті, що знімають коливання всіх струн, і ті, що реагують на коливання кожної струни окремо. Для інтерактивної системи підходять тільки звукознімачі для кожної струни окремо.

Як правило сигнал з звукознімачів для кожної струни використовується для формування цифрового сигналу в форматі MIDI і подальшого створення різних музичних ефектів.

Абревіатура MIDI розшифровується як цифровий інтерфейс музичних інструментів (Musical Instrument Digital Interface), під яким розуміється комплекс промислових специфікацій для різних джерел звуку, що



дозволяють здійснити генерування подібної музичної інформації незалежно від приналежності пристрою (або його моделі) того чи іншого виробника. В даний час має сенс говорити про General MIDI, більш сучасної модифікації MIDI, визначальною, крім усього вищесказаного, необхідний мінімум підтримуваних голосів, які розпізнаються MIDI-повідомлень, відповідність звукових зразків номерам, використовуваним командою "зміна програми" (Program Change), і схему розташування звуків ритм-групи на клавіатурі. Наявність логотипа General MIDI на музичному пристрої передбачає його сумісність з будь-якою музичною інформацією, яка має цим же знаком[5].

Принципова відмінність музичної інформації, яка відповідає стандарту MIDI, від звичайного оцифрованого звуку полягає в тому, що вона являє собою не закодовані значення амплітуд звукових коливань, а команди, що описують інструментальний склад оркестру, який бере участь у відтворенні композиції, і нотні партитури для кожного з цих інструментів.

Цей стандарт забезпечив можливість взаємодії синтезаторів і інших заварних пристроїв, розроблених незалежними виробниками.

Звідки б не надійшла на пристрій команда MIDI, воно тут же згенерує звук, відповідний їй. Таким чином, через цей інтерфейс можна управляти цілим електронним оркестром з одного пульта. Дуже часто подібні пристрої за своїм зовнішнім виглядом нагадують клавіатуру піаніно і відповідно називаються MIDI-клавіатурами. Але на комп'ютері пульт управління найчастіше реалізується програмно у вигляді спеціального додатку - секвенсора.

Не завжди для створення музики використовується MIDI-клавіатура. Іноді MIDI-сигнал використовується для передачі інформації з гітари.

Метою роботи є аналіз можливості застосування існуючих MIDI блоків обробки звуку гітари для використання в інтерактивній системі. Для цього виконано порівняльний аналіз характеристик існуючих MIDI блоків для гітари та запропоновано свій варіант такого блоку.

## II. Існуючі апаратні частини

В якості навчальних можна використовувати кілька MIDI-систем (Fishman, Roland). Fishman може показати звучання кожної струни окремо, але тільки використовуючи власне програмне забезпечення. Для інших виробників можна використовувати тільки MIDI сигнали.

Синтезаторна гітара (MIDI гітара) - гітара, призначена для використання в якості пристрою введення для синтезатора звуку. Його особливість в тому, що він передає сигнал з кожної струни окремо, який згодом перетворюється в сигнал MIDI.

Сучасна MIDI-гітара найчастіше представляє собою акустичну або електричну гітару, на яку встановлено спеціальний звукознімач, що передає сигнал з кожної струни окремо. Разом з тим гітара оснащується блоком управління, з якого можна регулювати баланс між гітарним і синтезаторним звуком, тобто

при необхідності можна використовувати такий інструмент як звичайну електрогітару.

Гітарні синтезатори засновані на тому ж принципі, що і всім відомі клавішні синтезатори, тільки замість клавіш тут використовуються струни. Вони вимагають тієї ж техніки гри, але звук може бути, наприклад, як у рояля або у саксофона.

Прикладом такої апаратної частини таких систем є GK-3 від Roland. Це звукознімач для будь-якої гітари, що має сталеві струни. Також до гітари кріпиться блок обробки звуку, що з'єднаний зі звукознімачем.

Інформація з блоку обробки передається на синтезатор Roland GR-55.

Синтезатор Roland забезпечує чудову якість звуку та швидку обробку і дає можливість моделювати звуки різних інструментів. Дозволяє використовувати різних ефекти, наприклад, реверберації [6]. З синтезатора MIDI-сигнал, якщо потрібно, йде на комп'ютер.

Всі складові цієї апаратної частини купуються окремо. GK-3 коштує 200\$, а за GR-55 потрібно заплатити 800\$ [7]. Окремо GK-3 використовувати не можна.

Дана система не може використовуватись як навчальна, бо не видає інформацію про струну, з якої йде звук.

Однією з систем, що надає інформацію про струни, є Fishman TriplePlay Wireless MIDI Pickup.

Апаратна частина складається зі звукознімача та блоку обробки звуку, що кріпляться на гітару. З основного блоку йде сигнал на комп'ютер через бездротовий USB приймач.

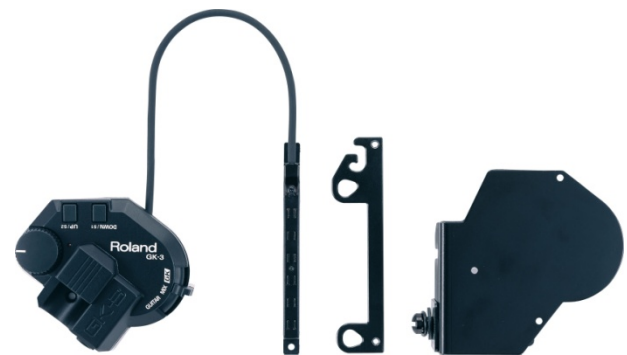


Рис. 1 - GK-3

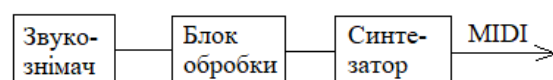


Рис. 2 – Структурна схема системи, що складається з GK-3 та синтезатора GR-55 від Roland



Рис. 3 - Fishman TriplePlay Wireless MIDI Pickup

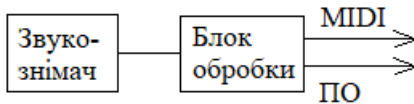


Рис. 4 – Структурна схема TriplePlay Wireless MIDI Pickup

Завдяки спеціальному програмному забезпеченню ми можемо бачити, з якої струни йде інформація. Також з блоку обробки сигналу може йти сигнал в форматі MIDI при використанні кабелю.

Використовується така ситема для запису, редагування та відтворення музики [8].

Вартість системи Fishman TriplePlay Wireless MIDI Pickup складає приблизно 400\$.

Але до інтерактивних систем, що використовуються для навчання гри на гітарі, розглянуті системи можуть відноситися досить умовно, так як вони не можуть демонструвати помилки учня. Також дані системи є надто дорогими і можуть бути неефективними для новачків. Основна ціль розглянутих систем – надати можливість користувачу змінювати звук гітари на звук іншого інструмента або налаштовувати деякі параметри та ефекти на звук самої гітари.

### III. СИСТЕМА ЩО ПРОПОНУЄТЬСЯ

Запропонована система вирішує зазначені вище проблеми. Апаратна частина даної інтерактивної системи для навчання гри на гітарі складається з п'яти блоків, що зображенні на структурній схемі.

Звукознімач закріплюється біля підставки гітари, для того, щоб не захоплювати коливання з сусідніх струн. Зі звукознімача сигнали з кожної струни гітари йдуть на преамп.



Рис. 5 – Структурна схема запропонованої системи

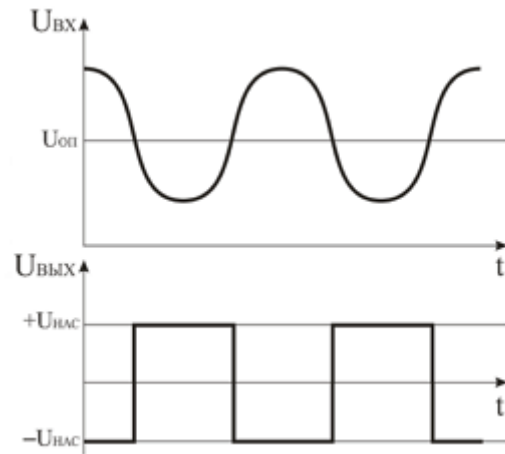


Рис. 6 – Сигнали на вході та виході тригера Шмітта

Преамп (попередній підсилювач) — підсилювач, який перетворює слабкий (по напрузі або по навантажувальній спроможності) електричний сигнал в більш потужний. Преамп розміщують якомога ближче до джерела сигналу, щоб передати цей сигнал без значних спотворень і шумів для подальшої обробки (наприклад, по кабелю).

Ідеальний попередній підсилювач повинен бути лінійним (тобто мати постійний коефіцієнт посилення в робочому діапазоні), мати високий вхідний імпеданс і низький вихідний імпеданс.

Звуковий преамп складається з комутатора входів, регулятора гучності і вихідного підсилювача, який забезпечує напругу на виході 1-1,5 В.

Для підсилення використовується неінвертуючий підсилювач, який має високий вхідний опір для узгодження з опором звукознімача та низький вихідний опір. Що забезпечує узгодження з тригером Шмітта, та зниження рівня завад сигналу.

Після підсилення сигнал йде на тригер Шмітта. Тригер Шмітта формує з сигналу коливань струни на вході імпульси прямокутної форми з періодом, рівним періоду першої гармоніки коливань на виході [9].

З тригера Шмітта сигнал прямокутної форми, частоту якого потрібно виміряти, подається на шестиканальний частотомір, реалізований на мікроконтролері, який може вимірювати період слідування імпульсів одночасно по всіх каналах [10]. За допомогою того ж мікроконтролера здійснюється формування коду в форматі MIDI, а також в форматі, який використовується для роботи з програмним забезпеченням запропонованої системи.

Преамп, тригери Шмітта та мікроконтролер розміщуються в корпусі, який закріплюється на деці гітари. Також в ньому розміщений Bluetooth-модуль, для передачі сигналу на телефон чи комп'ютер.

Загальний вигляд системи наведено на рис.7.

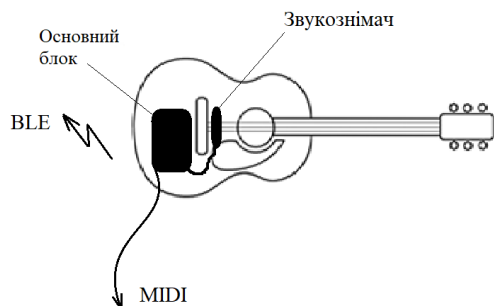


Рис. 7 – Загальний блоку обробки сигналу інтерактивної системи для навчання гри на гітарі

ТАБЛ. 1. ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ

	TriplePlay Wireless MIDI Pickup	GK-3 та синтезатор GR-55 від Roland	Запропонована система
Вартість	400\$	200\$+800\$	80\$
Установка	Тільки електро-гітара	Акустична та електро-гітара	Акустична та електро-гітара
Регулятори на гітарі	+	+	-
Додаткове обладнання	-	+	-
Візуалізація звучання струни	+	-	+

#### IV. ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ

В таблиці 1 наведено порівняння існуючих та запропонованої системи.

Як видно із таблиці, плюсами системи від Fishman'a є відсутність додаткового обладнання, а також візуалізація звучання струни, але дана візуалізація не є інтерактивною частиною, а лише демонстрацією. Тобто дана система не є навчальною. Також мінусом даної системи є її ціна та відсутність можливості установки її на акустичну гітару. Система від Roland'a є дорожчою, має додаткове обладнання, але не має візуалізації звучання струни. Але дана система може бути встановлена на різні гітари, що мають залізні струни.

Система, що розробляється, є дешевшою, універсальною та не матиме додаткового обладнання. За допомогою спеціального ПО візуалізовано звучання струни. Дана частина є інтерактивною, що допоможе навчитися початківцю грати правильно акорди.

#### ВИСНОВКИ

Досліджені різні інтерактивні та навчальні системи. Розглянуті різні існуючі системи, що можна використовувати для навчання. Виділенні плюси та мінуси систем, розглянуто можливість використання їх в якості навчальної. Порівняно із запропонованою системою.

Запропонована система коштує менше, не потребує додаткового обладнання, встановлюється на акустичну та електрогітару. Також вона візуалізує звучання струни та є інтерактивною, на відміну від інших систем. Тому запропонована система може використовуватись для навчання.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1] "Ynteraktyvnaya sistema [Interactive system]." [Online]. Available: [https://dic.academich.ru/dic.nsf/eng\\_rus/108289/%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F](https://dic.academich.ru/dic.nsf/eng_rus/108289/%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F). [Accessed: 07-Apr-2019].
- [2] "Vso o gitarnykh tyunerakh [All about guitar tuners]." [Online]. Available: <https://xn--80aahu5bk.xn--j1amh/vse-o-gitarnykh-tyunerax> [Accessed: 07-Apr-2019].
- [3] "Prakticheskiye aspekty ozvuchivaniya akusticheskoy gitary. Tipy zvukosnimateley dlya akusticheskoy gitary [Practical aspects of sounding an acoustic guitar. Types of pickups for an acoustic guitar]." [Online]. Available: <http://guitaron.ru/clauses/aspektivi.php>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [4] "Ustroystvo zvukosnimatelya elektrogitary [Guitar pickup device]." [Online]. Available: <http://tvoya-gitara.ru/ustroystvo-gitary/ustroystvo-zvukosnimatelya-electrogitary>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [5] "MIDI. Chto eto takoye? [MIDI. What it is?]." [Online]. Available: <https://www.kv.by/archive/index1997200701.htm> [Accessed: 07-Apr-2019].
- [6] "GR-55 Guitar Synthesizer." [Online]. Available: <https://www.roland.com/global/products/gr-55/>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [7] "Roland GR-55 Guitar Synth with GK-3 Pickup." [Online]. Available: <https://www.sweetwater.com/store/detail/GR55BK--roland-gr-55-guitar-synth-with-gk-3-pickup> [Accessed: 07-Apr-2019].
- [8] "TriplePlay Wireless MIDI Guitar Controller." [Online]. Available: <https://www.fishman.com/products/series/tripleplay/tripleplay-wireless-guitar-controller/>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [9] "Printsip raboty triggera Shmitta na OU [The principle of the Schmitt trigger at the Op-Amp]." [Online]. Available: <http://www.joyta.ru/4675-princip-raboty-triggera-shmitta-na-ou/> [Accessed: 07-Apr-2019].
- [10] "Tablitsa sootnosheniya not i chastot [Table of notes and frequencies]." [Online]. Available: <https://nch.ru/apps/frequency/>. [Accessed: 07-Apr-2019].

УДК 791.44

# Выбор аппаратной части интерактивной системы обучения игры на гитаре

Шевченко И. А.,

e-mail [shvchenkoinna4@gmail.com](mailto:shvchenkoinna4@gmail.com)

Кафедра ЗТ и РИ

Факультет электроники [fel.kpi.ua](http://fel.kpi.ua)

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» [kpi.ua](http://kpi.ua)

Киев, Украина

**Реферат**—Описаны принципы звукоснимания и обработки сигналов отдельных струн гитары. Исследованы существующие системы звукоснимания и обработки, а также их возможности визуализации сигналов и интерактивности. Рассмотрены возможности использования данных систем для обучения игре на гитаре. Приведена практическая реализация аппаратной части интерактивной системы, которая может использоваться для обучения игре на гитаре. Сравнены существующие и предложенная системы, выделены плюсы и минусы каждой системы.

*Ключевые слова:* гитара, интерактивные системы, обучающие системы, звукосниматель, MIDI.

UDC 791.44

# The choice of guitar interactive learning system hardware

I. A. Shevchenko,

e-mail [shvchenkoinna4@gmail.com](mailto:shvchenkoinna4@gmail.com)

Department of Sound Engineering and Signal Detection

Faculty of electronics [fel.kpi.ua](http://fel.kpi.ua)National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” [kpi.ua](http://kpi.ua)

Kyiv, Ukraine

**Abstract**—The principles of pickup and signal processing of individual strings of the guitar are described. The existing sound pickup and processing systems, as well as their signal visualization and interactivity capabilities, are investigated. The possibilities of using these systems for learning to play the guitar are considered. A practical implementation of the hardware of an interactive system that can be used to learn to play the guitar is given. The existing and proposed systems are compared, the pros and cons of each system are highlighted.

One of the most popular musical instruments is a guitar. You can study guitar playing at a music school or yourself, using books or educational videos. But they do not provide corrections for students' mistakes. Therefore, the development of an interactive learning system is relevant. Elements of the interactive system are all elements that are involved in the process of data exchange with another system or with a person. It needs a pickup for each string. Such information can only be obtained by special sound pickup and sound processing devices.

There are systems that use the pickup for individual strings, but they are not interactive, and therefore cannot be used as teaching. Also, these systems are expensive and require additional equipment.

As a rule, the sound from pickups for each string is used to form a digital signal in the MIDI format and further create different musical effects.

The MIDI abbreviation stands for Musical Instrument Digital Interface, which refers to a complex of industrial specifications for various sound sources that allow the generation of such musical information, regardless of the device (or model) of that or another manufacturer.

Wherever the MIDI command arrives, it will immediately generate the sound corresponding to it. Thus, through this interface you can control an entire electronic orchestra from one remote control. Very often such devices in appearance look like a piano keyboard and are accordingly called MIDI-keyboards. But on a computer the control panel is often implemented software in the form of a special application - a sequencer.

Not always used to create music MIDI keyboard. Sometimes a MIDI signal is used to transfer guitar information.

The purpose of the work is to analyze the possibility of using the existing MIDI guitar sound processing units for use in the interactive system. The hardware of the developed interactive system for learning to play the guitar is considered, and also compared with existing systems.

*Keywords* — guitar, interactive systems, training systems, sound pickup, MIDI.

