



**Рисунок – Залежність електричної ємності зборки від кількості температурних циклів.**

Так як у конденсаторних зборок не спостерігали пробой діелектричного шару, можна зробити висновок про те, що розмір кристалів менше товщини діелектрика ( $d=20$  мкм). Зростання електричної ємності обумовлено збільшенням площі обкладок і зменшенням середнього відстані між ними, за рахунок рівномірного проявлення нитевидних кристалів в діелектричному повітряному проміжку.

Таким чином, при механічному впливі зростання кристалів не помічено в зв'язі непродовжуваним періодом спостереження. В той час як при температурному перепаді кристали ростуть достатньо рівномірно, по всій надаваної площі пластини. Явище зростання нитевидних кристалів олова на мідних підложках можна використовувати для створення конденсаторів, збільшуваних власну електричну ємність з часом.

УДК 780.613:004.353.254.5

Навуч. К. В. Сарока, Ул. Дз. Чэрнік  
 Навук. кіраўнік В. В. Первянёнак, настаўнік фізікі  
 (ДУА “Сталовіцкая сярэдняя школа” Баранавіцкага раёна)

### **СВЕТЛАВОДНАЯ АРФА: ПРАЕКТАВАННЕ І СТВАРЭННЕ ДЗЕЮЧАЙ МАДЭЛІ”**

Сучасныя лічбавыя тэхналогіі змянілі літаральна ўсё – ад нашага побыту да мастацтва, у любым яго праявленні. Вялікую цікавасць выклікаюць сучасныя электронныя музычныя інструменты. Сярод іх адным з самых незвычайных з'яўляецца лазерная арфа-электронны музычны інструмент, які складаецца з лазерных

прамянёў, якія перакрываюцца рукамі аналагічна шчыпкам струны класічнай арфы і ў выніку гэтага гучыць гук. Калі лазерныя прамяні замяніць светлаводамі, то атрымаецца электронны музычны інструмент – светлаводная арфа. Прынцып работы светлаводаў заснаваны на з'яве поўнага ўнутранага адбіцця.

Мэта работы: стварэнне дзеючай мадэлі электроннага музычнага інструмента – светлаводнай арфы, прынцып работы якой заснаваны на выкарыстанні з'явы поўнага ўнутранага адбіцця святла.

Аб'ект даследавання: светлаводная арфа.

Прадмет даследавання: выкарыстанне з'явы поўнага ўнутранага адбіцця як тэхналагічнай асновы работы электронных музычных інструментаў.

Задачы даследавання:

- вывучыць і абагульніць інфармацыйныя крыніцы па тэме даследавання;

- распрацаваць праект мадэлі светлаводнай арфы;

- ажыццявіць зборку, праграмаванне і тэсціраванне прыбора;

- выканаць тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне праекта.

Гіпотэза: на аснове аптычнай з'явы поўнага ўнутранага адбіцця можна стварыць дзеючы электронны музычны інструмент.

Актуальнасць работы заключаецца ў тым, што з'ява поўнага ўнутранага адбіцця шырока выкарыстоўваецца ў розных напрамках жыцця чалавека.

Арфа – старажытны музычны інструмент, які пайшоў ад лука з нацягнутай цецівой, якая меладычна гучала пры выстрале. У XX ст. з узнікненнем лічбавых тэхналогій была створана лазерная арфа. Упершыню інструмент быў прадэманстраваны слухачам ў 1981 г. на канцэрце ў Кітаі. З таго часу адбылося шмат змяненняў і ўдасканаленняў інструмента. Прынцып дзеяння лазернай арфы: лазерныя прамяні падаюць на фотапрыёмнікі, якія іх фіксуюць. Калі на шляху распаўсюджвання промня ўзнікае перашкода, то прамень перарываецца і не трапляе на фотапрыёмнік, які ў гэты момант пасылае сігнал на мікракантроллер і далей гучыць гук. Кожнаму лазернаму промню адпавядае пэўная музычная нота.

Лазерную арфу можна перапрацаваць, замяніўшы лазерныя промні на светлаводы. Светлаводы-закрытыя ўстройства для накіраванай перадачы святла, прынцып дзеяння якіх заснаваны на з'яве поўнага ўнутранага адбіцця. Светлаводы прадстаўляюць сабой тонкія шкляныя трубка, якія пакрыты слоём рэчыва з меншым паказчыкам праламлення. Святло распаўсюджваецца ўнутры светлавода, зведваючы шматразовае поўнае ўнутранае адбіццё.

Поўнае ўнутранае адбіцце – гэта аптычная з'ява, калі пры вялікіх вуглах падзення святло поўнаасцю адбіваецца ад мяжы падзелу двух асяроддзяў і застаецца ўнутры яго.

Адным з асноўных прымяненняў светлаводаў з'яўляецца іх выкарыстанне ў якасці асяроддзя для перадачы інфармацыі ў валаконна-аптычных тэлекамунацыйных сетках розных узроўняў. Светлаводы выкарыстоўваюцца ў якасці розных свяцільнікаў. Шырокае прымяненне светлаводы атрымалі ў медыцыне. Такім чынам, можна зрабіць вывад, што светлаводы шырока прымяняюцца ў розных сферах чалавечага жыцця і вытворчасці.

Першы этап нашага даследавання-збор інфармацыі ў сетцы Інтэрнэт і навуковых даведніках аб устраве і прынцыпах канструявання лазернай арфы, прататыпам якой і з'яўляецца наша светлаводная арфа. Прааналізаваўшы атрыманую інфармацыю, мы прыступілі да збору неабходных элементаў дадзенай устаноўкі. Нам спатрэбілася: па 9 шт светладыёдаў, фотадыёдаў і светлаводаў; 2 крыніцы току (акамулятары 18650) і 2 холдэра для іх; - мікракантроллер Arduino; - узмацняльнік магутнасці гуку; 2 дынаміка; - злучальныя правады; - ключ.

Другі этап даследавання-збор эксперыментальнай устаноўкі. Спачатку быў выраблены каркас светлаводнай арфы, які складаецца з 2 частак: верхняй і ніжняй, якая служыць асновай. Корпус арфы быў выраблены з ламінацыі 2 колераў. Ніжняя частка-аснова, мае памеры: у даўжыню – 0,9 м, у шырыню – 0,18 м. У верхняй частцы корпуса размешчаны 9 светладыёдаў, якія замацаваны празрыстым клеам да светлаводаў. Да светладыёдаў падведзены злучальныя правады, якія размешчаны ўнутры каркаса. У аснове насупраць светлаводаў размешчаны фотадыёды, якія праз правады злучаны з партамі мікракантроллера. Да мікракантроллера падключаны астатнія элементы ўстаноўкі: 2 крыніцы току, узмацняльнік, дынамікі, ключ.

Пасля зборкі эксперыментальнай мадэлі пачаўся працэс даследавання работы светлаводнай арфы. Прынцып яе работы заключаецца ў наступным. Светлавы прамень са светладыёда адразу трапляе на светлавод і па ім накіравана перадаецца на фотадыёд. У звычайным стане фотадыёд мае вялікае супраціўленне, а пры пападанні на яго патоку святла супраціўленне рэзка памяншаецца. Працэс змянення супраціўлення ў фотадыёдзе кантралюе мікракантроллер Arduino. Для работы мікракантроллера была напісана праграма Prog 1, алгарытм якой наступны:

1) мікракантроллер аналізуе стан партоў, да якіх падключаны фотадыёды;

2) пры рэгістрацыі нізкага супраціўлення на фотадыёдах (пры перакрыванні перашкодай святла) мікракантроллер на порт вывада генерыруе гукавы сігнал, які праз узмацняльнік перадаецца на дынамік. У дадзены момант праз дынамік гучыць пэўная музычная нота. Кожнаму фотадыёду адпавядае пэўная нота актавы, якая запраграмавана асобным блокам;

3) пры рэгістрацыі вялікага супраціўлення на фотадыёдах (пры адсутнасці перашкоды светлавому прамяню) мікракантроллер пераходзіць у рэжым чакання (зноў аналізуе парты фотадыёдаў). У гэты момант гукавога сігналу не адбываецца. Гэты алгарытм быў рэалізаваны ў сістэме праграмавання ArduinoIDE.

Ствараючы перашкоды светлавому прамяню рукамі, магчыма стварыць пэўную музычную мелодыю. Значыць, светлаводная арфа з'яўляецца дзеючым электронным музычным інструментам.

Незвычайны знешні выгляд светлаводнай арфы выклікае вялікую цікавасць у вучняў, асабліва пачатковых класаў і матывуе навучэнцаў на вывучэнне розных фізічных працэсаў і з'яў. Магчыма яе выкарыстанне на музычна-лагапедычных занятках для карэкцыі і развіцця мовы ў малодшых школьнікаў. На гэтых занятках ажыццяўляецца пастаноўка і аўтаматызацыя гукаў, развіццё фанематычнага слыху, а таксама развіваецца дробная маторыка рук, каардынацыя рухаў, актывізацыя ўсіх відаў памяці.

Практычная значнасць работы заключаецца ў стварэнні дзеючай мадэлі светлаводнай арфы, якую можна прымяняць на ўроках фізікі для дэманстрацыі з'явы поўнага ўнутранага адбіцця, а таксама на пазакласных мерапрыемствах для развіцця ў вучняў цікавасці да розных фізічных з'яў і прадмету ў цэлым.

Такім чынам, можна зрабіць вывад, што наша гіпотэза падцвердзілася.

УДК 004.353.256:374

Учащ. Е. С. Шульган  
Науч. рук. А. М. Агеевец, заместитель директора  
по учебной работе, учитель-методист  
(ГУО «Средняя школа №13 г. Бреста имени В.И. Хована»)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ПОДХОДА В МУЗЕЙНОЙ ПЕДАГОГИКЕ**

IT – технологии повсеместно пришли в образование и развиваются там семимильными шагами, а повсеместное изобретение различных роботов учащимися на кружковых занятиях по