

УДК 7.07:681.842/.848]:[51+53

Белявін Володимир Федорович,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри академічного і
естрадного вокалу та звукорежисури
Національної академії керівних кадрів
культури і мистецтв,
науковий співробітник
Інституту проблем математичних машин і систем
Національної академії наук України
ORCID 0000-0003- 3992-1184
vbieliavin@bigmir.net

МАТЕМАТИЗАЦІЯ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ БАЗОВИХ ЗНАТЬ ТА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СУЧАСНОГО ЗВУКОРЕЖИСЕРА

Мета роботи – простежити представлення науково-технічних понять у сучасних працях з проблем звукорежисури та акустики. Інформаційна революція відкрила нові можливості у використанні комп'ютерних технологій в системі музичної освіти, а відтак підготовка спеціалістів ХХІ століття унеможливилась без оволодіння науково-технічними та фізико-математичними знаннями. Для досягнення мети застосовано **методи** теоретичного узагальнення фізико-математичних понять та порівняльного аналізу їх подання у навчальній літературі зі звукорежисури та акустики. **Наукова новизна**. Вперше проведено аналіз застосування фізико-математичної термінології в навчальних підручниках з підготовки звукорежисерів. Вперше запропонований послідовний ланцюжок «тематичних блоків знань», пов'язаних із класичними фізико-математичними уявленнями про звук, викладених у адаптованому вигляді. **Висновки**. Враховуючи тенденцію до математизації прикладних та гуманітарних наук, доцільно розробити та увести у навчальний процес підготовки студентів-звукорежисерів комплексний підхід до застосування фізико-математичних понять, внести до навчальних планів дисципліну «Науково-технічні основи звукорежисури» та створити відповідний посібник.

Ключові слова: математизація, звукорежисери початківці, тематичні блоки знань, похідна функції, інтеграл, ряди Фур'є, перетворення Фур'є, диференціальні рівняння.

Белявин Владимир Федорович, кандидат технических наук, доцент кафедры академического и эстрадного вокала и звукорежиссуры Национальной академии руководящих кадров культуры и искусств, научный сотрудник Института проблем математических машин и систем Национальной академии наук Украины

Математизация как основа формирования базовых знаний и компетентностей современного звукорежиссера

Цель работы – проследить представление научно-технических понятий в современных трудах по проблемам звукорежиссуры и акустики. Информационная революция открыла новые возможности в использовании компьютерных технологий в системе музыкального образования, в связи с чем подготовка специалистов ХХІ столетия стала невозможной без овладения научно-техническими и физико-математическими знаниями. Для достижения цели использованы **методы** теоретического обобщения физико-математических понятий и сравнительного анализа их представления в учебной литературе по звукорежиссуре и акустике. **Научная новизна**. Впервые проведен анализ использования физико-математической терминологии в учебной литературе по подготовке звукорежиссеров. Впервые предложена последовательная цепочка «тематических блоков знаний», которые связаны с классическими физико-математическими представлениями о звуке, изложенными в адаптированном виде. **Выводы**. С учетом тенденции математизации прикладных и гуманитарных наук, целесообразно разработать и ввести в учебный процесс подготовки студентов-звукорежиссеров комплексный подход к использованию физико-математических понятий, ввести в учебные планы дисциплину «Научно-технические основы звукорежиссуры» и создать соответствующий учебник.

Ключевые слова: Математизация, начинающие звукорежиссеры, тематические блоки знаний, производная функции, интеграл, ряды Фурье, преобразования Фурье, дифференциальные уравнения.

Bieliavin Vladimir, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Academic and Pop Vocals and Sound Engineering of the National Academy of Managers Staff of Culture and Arts, Researcher at the Institute of Mathematical Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine

Mathematization as a basis for the formation of basic knowledge and competencies of a modern sound producer

The purpose of the article is to trace the presentation of scientific and technical concepts in modern works on the problems of sound engineering and acoustics. The information revolution has opened up new possibilities in the use of computer technologies in the system of music education, in connection with which the training of specialists of the 21st century has become impossible without mastering scientific, technical, and physical and mathematical knowledge. **Methodology**. To achieve the goal, the methods of the oretical generalization of physical and mathematical concepts and a comparative analysis of their presentation in educational literature on sound engineering and acoustics are used. **Scientific novelty**. For the first time, an analysis of the use of physico-mathematical terminology in educational literature on the training of sound engineers was conducted. For the first time, a consistent chain of "thematic blocks of knowledge", which are associated with classical physical and mathematical ideas about sound, presented in an adapted form, was proposed. **Conclusion**. Taking into account the tendency of mathematization of applied and human sciences, it is advisable to create and introduce into the educational process of training sound engineers an integrated approach to the use of physical and mathematical concepts, introduce the discipline "Scientific and technical fundamentals of sound engineering" into curricula and create an appropriate textbook.

Keywords: Mathematization, beginning sound engineers, thematic knowledge blocks, derivative of a function, integral, Fourier series, Fourier transforms, differential equations.

Актуальність теми дослідження. Сучасне музичне та аудіовізуальне мистецтво не може існувати та повноцінно розвиватись без таких професій, як звукорежисер, звукоінженер, звукотехнік, звукооператор, тобто «soundproducer». У різноманітних аспектах діяльності представника цієї професії важливо розуміння ключових понять щодо питань створення й передачі звуку, особливостей його

сприйняття, а також для подальшого розвитку і вдосконалення методів обробки звуку та для забезпечення високого рівня професіоналізму у повсякденній діяльності саундпродюсера.

До таких базових понять, які в тій чи іншій мірі є предметом музичної, у тому числі, архітектурної акустики, психофізіології сприйняття звуку, трансляції, передачі та звукозапису можна віднести: звукове поле, його лінійні, енергетичні характеристики та рівні; плоска, сферична та циліндрична звукова хвиля, їх рівняння; інтерференція, відбиття, заломлення, дифракція та згасання хвиль; власні частоти у замкненому просторі, зокрема, у трубах; динамічний діапазон та рівнеграми акустичного сигналу; частотний діапазон та спектр акустичного сигналу; часові характеристики акустичного сигналу; закони Вебера-Фехнера, Стівенса; гучність та рівень гучності, криві рівної гучності; тембр звуку; ревербераційний процес у приміщеннях.

Наукові основи цих теорій розробили вчені, що мали університетську фізико-математичну освіту високого рівня. Та й зараз науково-технічну базу звукорежисури розвивають науковці, здебільшого музично обдаровані, що навчалися на фізико-математичних та технічних факультетах ведучих навчальних закладів розвинених країн. Інформаційна комп'ютерна революція відкрила нові можливості у багатьох напрямках мистецьких технологій, зокрема, в системі музичної освіти. А тому підготовка спеціалістів XXI століття у цих напрямках унеможливується без усвідомленого оволодіння певними фізико-математичними знаннями, що відображає сучасну тенденцію до математизації майже всіх прикладних наук.

Виклад цих теорій у першоджерелах, наприклад, «Теорія звуку» Дж. В. Стретта (Лорд Релей) [1] вперше виданого у 1878 році, чи розділ «Про звук» у другому томі «Сили природи та їх застосування в промисловості та техніці» виданого у 1904 році «Енциклопедії промисловості та техніки» [2,257-301], мають і сьогодні високий спеціалізований науково-технічний рівень, але не можуть використовуватись як підручники для сучасних студентів -зукорежисерів чи для початківців, що тільки починають вивчати основи звукорежисури.

Розповсюджені сучасні підручники, що мають відношення до сучасної звукорежисури, підтверджують тенденцію до математизації яка є підґрунтям формування базових знань та компетентностей сучасного звукорежисера у вищих мистецьких закладах України, Росії, США, Канади, Швеції, Австрії, Польщі та країн Балтії.

Мета і завдання дослідження. Простежити, наскільки послідовно та доступно подаються для студентів-зукорежисерів та фахівців-початківців у сучасних підручниках такі основні поняття, як «реверберація», закони Вебера-Фехнера та Стівенса, ряди Фур'є, пряме та обернене перетворення Фур'є, а також інші базові поняття – «миттева величина», інтенсивність звуку, та інші, пов'язані з основами акустики, сприйняттям звуку, первинним акустичним сигналом та його передачею.

Постановка проблеми. У науці відомий підхід видатного фізика-теоретика, академіка Я.Б. Зельдовича щодо викладення математичних та фізичних питань, які вважаються досить складними для початківців, таких як похідна, визначений та невизначений інтеграл, тощо. Але Я.Б. Зельдович показав, що ці поняття не набагато складніші, ніж такі як «невідомо величина», «подібність трикутників», що непорушно входять до шкільних програм. Ці знання вже давно повинні бути надбанням кожної культурної людини, чим би вона не займалась. Нові поняття введені ним максимально просто та природно [3, 8-10].

Під «початківцями» будемо вважати студентів-зукорежисерів перших курсів чи фахівців, що починають працювати в галузі звукорежисури. Для цього пропонується увести у процес навчання «тематичні блоки знань» з основ вищої математики, фізики, електротехніки та акустики саме для звукорежисерів. Визначимо необхідне та достатнє «наповнення» для цих блоків, їх взаємозв'язок та розробимо максимально простий, але достатньо науковий комплексний підхід до викладення вищеозначених питань.

Аналіз джерельної бази дослідження. В якості джерельної бази дослідження використані сучасні видання (підручники, довідники, тощо), а саме: «Акустика: Справочник» під редакцією М. А. Сапожкова [4]; И.А. Алдошина, Р. Приттс «Музыкальная акустика», [5]; А.Б. Ананьев: «Элементы музыкальной акустики» [6] та «Акустика для звукорежиссеров» [7]; «Основи звукорежисури» під редакцією Н.Д. Белявіної [8].

З фундаментального довідника по акустиці [4] можна окреслити такий ланцюжок математичних понять, що «червоною ниткою» проходить майже через усі теми довідника: «функція (степенева, тригонометрична, логарифмічна) – комплексне число – похідна функції – невизначений інтеграл – визначений інтеграл – ряд Фур'є, коефіцієнти ряду Фур'є, інтегральна формула Фур'є, пряме та обернене перетворення Фур'є, диференціальне рівняння». Цей довідник, для розуміння його змісту, потребує знань з математики та фізики, принаймі, в об'ємі перших курсів фізико-математичного факультету університету. Деякі з цих фізико-математичних понять пояснюються в посібниках [5;6;7;8], однак майже як рідке виключення, та в дуже спрощеному виді, настільки, що це не має сенсу. Так, в [5,41], поняття «похідної» викладено в дуже спрощеній формі, в [5,44,54,82] рівняння гармонійних коливань, вимушених коливань, ряду Фур'є подаються без попереднього викладення з подальшим використанням апарату диференціального та інтегрального числення, на основі диференціальної форми законів Ньютона, що знаходиться в повному дисонансі з [5,41]. В посібнику [6, 73-75] фундаментальний розділ

«Спектральний аналіз звукових коливань» починається з подання формул ряду Фур'є, прямого та оберненого перетворень Фур'є в комплексній формі, як напевно, само собою зрозумілими. Там само [6, 78-79] розглянуті деякі інші більш складні математичні теми, що є наступними кроками в теорії спектрального аналізу звукових коливань, але вони вже виходять, на погляд автора цього дослідження, за рамки базових понять. Поняття «синусоїди» та «логарифмів» у вигляді, що мають безпосереднє відношення до освітнього багажу початківців звукорежисерів, розроблені автором в навчальному посібнику [8, 13-23, 36-41]. Ці теми завершуються прикладами складання коливань з кратними частотами, що лежить в основі теорії рядів Фур'є, тобто основ спектрального аналізу, та прикладами складання звуків з однаковими та різними частотами різного рівня інтенсивності, що демонструють апарат практичного використання логарифмів у звукорежисурі. Але, в цілому це не вирішує проблеми адаптації знань з основ вищої математики для звукорежисерів. Тому розробка даного дослідження не втрачає актуальності і є важливою ланкою для використання її у процесі навчання звукорежисерів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Структура базових знань та компетентностей навчальної дисципліни для студентів спеціалізації звукорежисер (звукоінженер, звукотехнік, звукооператор) - узагальнено саундпродюсер, сформована та апробована автором протягом декількох учбових років. Ця навчальна дисципліна може називатись як «Науково-технічні основи звукорежисури».

Нами пропонується представити науково-технічні основи звукорежисури відповідними тематичними блоками знань, а саме «Вища математика для звукорежисерів», «Фізика для звукорежисерів», «Електротехніка для звукорежисерів», «Основи акустики звукового поля для звукорежисерів», «Основи психоакустики», «Первинний акустичний сигнал та основи музичної акустики», «Передача акустичних сигналів та акустика приміщень». Ця структурна схема подана на Рис.1. Тематичні блоки знань з дисципліни «Науково-технічні основи звукорежисури» та їх взаємозв'язок.

Наповнення блока 1 «Вища математика для звукорежисерів» визначається тематикою базових науково-технічних понять, які є предметом музичної акустики, психофізіологічної акустики, передачі звуків (звукозапису, архітектурної акустики, тощо). Так, якщо проаналізувати фундаментальний довідник [4], в якому приведені довідкові знання не тільки з акустики як теорії звукового поля, але й з акустики сприйняття звуку людиною, з музичної акустики, з акустики приміщень, теорії передачі звуку, то можна сформулювати майже повний перелік тем: дійсні та уявні числа (експоненціальна, алгебраїчна та тригонометрична форми; функції (степеневі, тригонометричні, показникові та логарифмічні); похідна функції та невизначений інтеграл, таблиця основних похідних та невизначених інтегралів; визначений інтеграл, формула Ньютона-Лейбніца; ряд Фур'є, коефіцієнти ряду Фур'є; інтегральна формула Фур'є; пряме та обернене перетворення Фур'є; диференціальні рівняння.

Наповнення блоку 2: «Фізика для звукорежисерів», може мати такий достатньо-мінімальний обсяг: основи кінематики та динаміки, другий закон Ньютона, робота та енергія; механічні коливання, хвильовий процес; молекулярна фізика; електрика, електричне поле, електроємність, електричний струм та опір; магнетизм, магнітне поле, індуктивності, магнітні властивості матеріалів. Але ці поняття, на погляд автора, повинні подаватися у диференціально-інтегральній формі, як і основні поняття наступного блоку 3.

Блок 3 «Електротехніка для звукорежисерів» повинен задовольняти практичним потребам звукорежисерів у частині експлуатації студійного електрообладнання. Достатньо-мінімальний обсяг блоку 3: змінний однофазний та трифазний струм; - електричні кола, що містять опори, ємності та індуктивності; закони проходження змінного струму через ці елементи; трансформатори; вимірювання електричних параметрів; техніка безпеки.

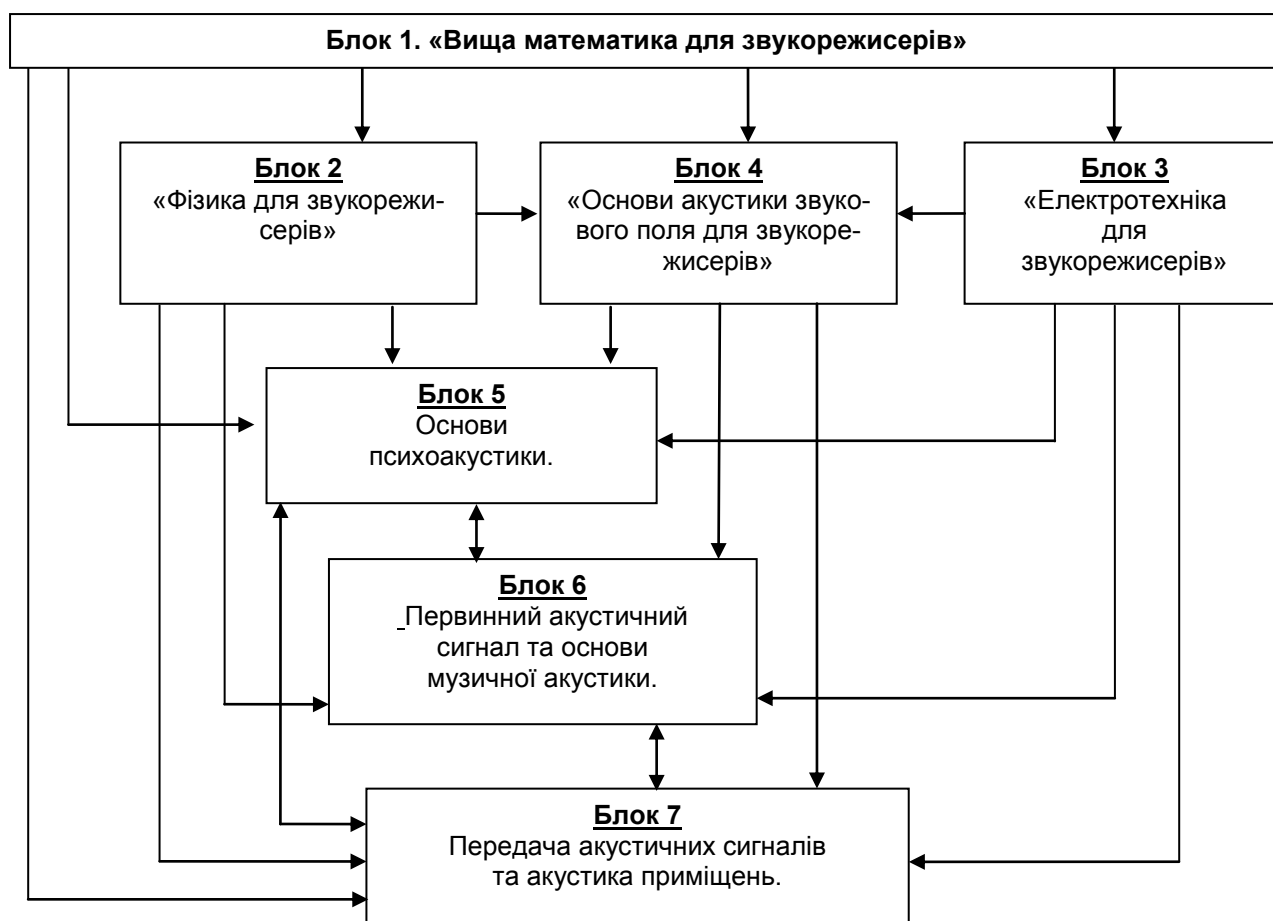


Рис.1. Тематичні блоки знань з дисципліни «Науково-технічні основи звукорежисури» та їх взаємозв'язок

Тематичні блоки знань 1,2 та 3 дозволяють свідомо засвоїти типове наповнення блоків 4 – 7, а саме.

Блок 4 «Основи акустики звукового поля для звукорежисерів»: звукове поле, розповсюдження звуку у повітрі; лінійні характеристики звукового поля (звуковий тиск, зміщення та миттєва швидкість зміщення часток середовища, питомий акустичний опір як комплексна величина); енергетичні характеристики звукового поля (інтенсивність звуку в інтегральній формі, щільність енергії звукового поля); акустичні рівні, децибелі, складання акустичних рівнів; плоска, сферична, циліндрична звукові хвилі та їхні параметри; інтерференція, дифракція, заломлення, відбиття та затухання звукових хвиль.

Блок 5 «Основи психоакустики»: сприйняття звуку людиною по частоті, еквівалентна електрична схема равлика вуха як сукупність електричних фільтрів; критичні смуги, висота звуку, октави; сприйняття звуку людиною по амплітуді, пороги чутності; гучність, закони Вебера-Фехнера та Стівенса, криві рівної гучності; ефект маскування; часові характеристики слуху, сприйняття звукових імпульсів; нелінійні властивості звуку; бінауральний ефект.

Блок 6 «Первинний акустичний сигнал та основи музичної акустики»: динамічний діапазон та рівні первинного акустичного сигналу, рівнеграми; частотний діапазон та спектр первинного акустичного сигналу (ряди Фур'є, інтегральна формула Фур'є, пряме та зворотне перетворення Фур'є; часові характеристики первинного акустичного сигналу, рівнеграми, функція автокореляції; первинні сигнали та їх джерела (мова, спів, музичні інструменти).

Блок 7 «Передача акустичних сигналів та акустика приміщень»: реверберація як процес затухання звуку; власні частоти приміщень; формули Ейрінга, Себіна; таблиці поглинання матеріалів; статистична, хвильова та геометрична теорії реверберації; об'єктивні та суб'єктивні параметри реверберації; акустика приміщень та акустичне обладнання.

Базові теоретичні знання для звукорежисерів зосереджені у блоках 4,5,6 та 7. Ці знання повністю базуються на поняттях блоку 1 (Вища математика), та блоків 2 (Фізика) та 3 (Електротехніка).

У сучасних, широко розповсюджених навчальних посібниках [5;6;7;8] основні поняття блоків 4,5,6 та 7 «стартують» у припущенні наявності знань у студентів з вищої математики (блок 1), фізики та електротехніки (блоки 2,3), без попереднього викладання основ цих предметів.

Оскільки студенти не володіють цими знаннями, (у середній школі у відсутня диференціально-інтегральна форма викладання цих понять), то розуміння і сприйняття основних базових уявлень зі звукорежисури у студентів не формується. Так, тільки одиниці студентів можуть пояснити що таке «фаза коливного процесу», хоча цей термін є основною аргументацією їх дій у процесі виробничої діяльності.

Представлення цих понять в об'ємі, керуючись взірцем початкового викладання цих понять у підручнику видатного фізико-хіміка академіка Я.Б.Зельдовича [3], дозволяє досягти швидкого розуміння їх студентами.

Щодо понять «синусоїда як математична модель чистого тону» і «логарифмів у звукорежисурі», то вони викладені у посібнику групи авторів викладачів НАКККІМ [8].

У процесі практичних занять зі студентами-звукорежисерами першого-другого курсів НАКККІМ автором цього дослідження опрацьована наступна послідовна форма подання основних понять вищої математики: «числовий розрахунок для декількох випадків – алгебраїчне узагальнення – одержання формул для похідної, визначеного інтегралу, ряду Фур'є, інтегральної формули Фур'є, прямого та оберненого перетворень Фур'є».

Багаторічний досвід викладання означених вище фізико-математичних та акустичних понять, а саме тематичний ланцюжок «функції синусоїди та логарифму, тригонометричні функції, похідна функції, невизначений та визначений інтеграл, ряди Фур'є, коефіцієнти ряду Фур'є, інтеграл Фур'є, перетворення Фур'є, найпростіші диференціальні рівняння» дозволяє керуватись практикою початкового викладання цих понять в об'ємі навчальних посібників Я.Б. Зельдовича [3, 15,42,48], а також відомого математика, педагога, професора Г.М. Фіхтенгольца [9, 414,524].

Наведемо можливий варіант адаптації цих понять щодо можливості їх швидкого опанування студентами-звукорежисерами. А саме.

1. Як відмічалось вище, поняття «синусоїди» та «логарифмів» у вигляді, що має пряме відношення до освітнього багажу звукорежисерів, розроблені автором в навчальному посібнику [8].

2. Щодо понять похідної функції, невизначеного та визначеного інтегралу. Автором пропонується формування поняття похідної функції на прикладі «миттєвої швидкості» як «похідної» наступним чином. Матеріальна точка рухається по закону $S(t)=t^2$. Обчислюємо швидкість руху точки за інтервали часу 1-2 сек; 1-1,1 сек; 1-1,01 сек; 1-1,001 сек;... 1-1,0...001 сек. Одержуємо послідовність: 3 м/с; 2,1 м/с; 2,01 м/с; 2,001 м/с;... 2,0...001 м/с. Інтуїтивно зрозуміло, що «миттєва» швидкість, тобто швидкість за нескінченно малим проміжком часу, дорівнює 2,0 м/с. Алгебраїчно: Точка проходить відстань ΔS за час Δt . Швидкість руху за час Δt : $\Delta S/\Delta t = \{(t + \Delta t)^2 - t^2\}/\Delta t = 2t + \Delta t$. За нескінченно малим інтервал часу Δt швидкість $V(t)$ складає $2t$ м/с в момент часу t , тобто $V(t) =$ значенню $\Delta S/\Delta t$ при Δt , що прямує до нескінченно малої величини, або $V(t)=dS/dt = 2t$, що і є похідною функції $S(t) = t^2$ по аргументу t .

3. Цей приклад дає можливість ввести поняття «невизначений інтеграл» як процедуру знаходження «первісної» функції, похідна від якої є функція, подана в підінтегральному виразу. Тобто, визначаємо, що для функції $V(t)=2t$ (підінтегральна функція) невизначений інтеграл, або «первісна функція $F(t)$ », є функція $S(t)=t^2 + C$ (довільна константа). За таким принципом складається таблиця основних похідних та невизначених інтегралів, усього трохи більше десяти похідних та невизначених інтегралів.

4. Наведений вище приклад дозволяє також наглядно подати поняття «визначений» інтегралу при визначенні шляху, який пройшла матеріальна точка за інтервал часу, наприклад, від першої до другої секунди, якщо її швидкість визначається як $v(t)=2t$ м/с в момент часу t . Якщо цей інтервал часу розбити на N однакових проміжків, та визначати пройдений шлях як суму добутків швидкості в кінці кожного інтервалу, на його величину, то беручи N , що дорівнює 1,2,3,...і так далі, то будемо одержувати величину пройденого шляху як 4м, 3,1м, 3,01м, ...3,000...01м і так далі, наближуючись до точного значення 3м. Алгебраїчно: пройдений шлях від моменту t_0 до моменту t_1 (величина проміжку Δt , а їх число $N = (t_1 - t_0) / \Delta t$), буде дорівнювати границі, при нескінченно великому N , сумі добутків такого виду: $\{ 2(t_0 + \Delta t) \Delta t + 2(t_0 + 2\Delta t) \Delta t + \dots + 2(t_0 + N\Delta t) \Delta t \}$, де $\Delta t = (t_1 - t_0) / N$. Ця сума добутків і є визначеним інтегралом, а її значення як легко показується алгебраїчно, дорівнює $(t_1^2 - t_0^2)$, тобто приросту первісних функції $2t$, взятих у точках t_1 та t_0 .

Цей результат має загальний характер, справедливий для довільних первісних, і відомий як теорема Ньютона-Лейбніца, а зміст п. 1,2 та 3 подає основні поняття диференційного та інтегрального числення. Розробка ланцюжка «числовий розрахунок для декількох випадків – алгебраїчне узагальнення – одержання формул для похідної та визначеного інтегралу» є, на погляд автора, порівняльно новим простим методом подання цих понять.

Щодо застосування апарату інтегралів. Основуючись на розумінні «слухового відчуття» за Вебером, можна визначити рівень відчуття звуку E , що будується виходячи із такого співвідношення (найпростішого диференційного рівняння) : $dE = k (dI/I)$, де dE – нескінченно малий приріст рівня відчуття, обумовлений нескінченно малим приростом інтенсивності dI по відношенню до чутного звуку I ; k – коефіцієнт, що визначає масштаб шкали. Інтегруючи ліву та праву частини цього співвідношення, отримуємо, використовуючи апарат інтегралів, закон Вебера у формі: $E = k \cdot \lg (I/I_0)$, де I_0 – порог чутно-

сті [2]. Це співвідношення називається законом Вебера-Фехнера і відображає той факт, що чутливість вуха людини до звуку змінюється в логарифмічній залежності від інтенсивності звуку. Без використання поняття «слухового відчуття» та наведеного диференційного співвідношення наявність логарифмічної залежності від інтенсивності звуку неочевидна. Якщо в співвідношення: $dE = k (dI/I)$ внести уточнення Стівенса : $dE/E = k (dI/I)$, то застосовуючи апарат інтегралів, основний психофізичний закон сприйняття звуку за Стівенсом набуває вигляду: $E = \alpha \cdot I^k$, де α та k – деякі постійні величини. Без використання цього співвідношення наявність степеневі залежності від інтенсивності звуку неочевидна ще більш, хоча обидва закони дають для величини сприйняття звуку однаковий характер залежності.

5. Що стосується реверберації та власних частот приміщень, то в основі цих понять лежать найпростіші диференціальні рівняння, що описують фізику явищ, та вимагають розуміння ланцюжка «похідна – визначений інтеграл – невизначений інтеграл», ці поняття – наповнення блоку 1.

6. Що стосується рядів Фур'є, інтегралу Фур'є, перетворення Фур'є, то окреслені в п.1-4 поняття забезпечують розуміння цих понять та можливість вивчення навчально-методичної та науково-технічної літератури у цьому напрямку.

Наукова новизна дослідження:

1. Вперше проведено аналіз застосування фізико-математичних понять в навчальній літературі з підготовки звукорежисерів, системно запропонований комплексний підхід та принципи математизації початкових базових понять, що лежать в основі розуміння тематики основ акустики, музичної акустики та акустики приміщень, сприйняття звуку та процесів його запису й передачі.

2. Вперше запропонований тематичний ланцюжок понять: «функції синусоїди та логарифму, тригонометричні функції, похідна функції, невизначений та визначений інтеграл, ряди Фур'є, коефіцієнти ряду Фур'є, інтеграл Фур'є, перетворення Фур'є, найпростіші диференційні рівняння» викладений спрощеному поданні, за принципом ланцюжка «числовий розрахунок для декількох випадків – алгебраїчне узагальнення – одержання формул для похідної та визначеного інтегралу».

Висновки. Аналіз літератури та принципів застосування фізико-математичних термінів в частині, пов'язаній зі звукорежисурою дає підстави вважати актуальними питання щодо систематизації та послідовного представлення і викладення відповідних знань. У різноманітних аспектах діяльності звукорежисера важливе розуміння ключових понять щодо звуку та особливостей його сприйняття, як для подальшого розвитку й вдосконалення методів цифрової та аналогової обробки звуку, так і для забезпечення високого рівня професіоналізму у повсякденній діяльності. Враховуючи тенденцію до математизації прикладних та гуманітарних наук, доцільно розробити комплексний підхід до застосування фізико-математичних понять у вигляді адаптованих «тематичних блоків знань», увести у навчальний план студентів-звукорежисерів першого-другого курсів дисципліну з робочою назвою «Науково-технічні основи звукорежисури» та створити відповідний посібник для звукорежисерів.

Література

1. Стретт Дж. В. (Лорд Рэлей). Теория звука: в 2-х томах. Москва.; ГИТТЛ, 1955. Т. 1 - 504с.; Т. 2. 476с.
2. Промышленность и техника. Энциклопедия промышленных знаний. Силы природы. Составители: Л. Грунмах, Е. Розенбоом. С.- Петербург: Типография Товарищества «Просвещение», 7 рота, 20. 1904. Т. 2. 843с.
3. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике: 6-е изд., испр. и доп. Москва: Физматлит, 2010. 520 с.
4. Акустика: Справочник. А.П. Ефимов, А.В. Никонов, М.А. Сапожков; под Ред. М.А. Сапожкова. Москва: Радио и связь, 1989. 336 с.
5. Алдошина И.А., Приттс Р. Музыкальная акустика : учеб. для вузов. Санкт-Петербург: Композитор, 2006. 720с.
6. Ананьев А.Б. Элементы музыкальной акустики: учеб. пособие. Київ: Феникс, 2008. 224 с.
7. Ананьев А.Б. Акустика для звукорежиссеров: учеб. пособие. Київ: Феникс, 2012. 256 с.
8. Белявина Н.Д., Белявин В.Ф., Бондарець Н.Л., Дьяченко В.В. Основы звукорежисури : навч. посібник. Ч. I / під ред. Н.Д. Белявіної. Київ: НАКККІМ, 2011. 80 с.
9. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3-х томах . Москва: Физматлит, 2001. Т. 3. 662с.

References

1. Strette, J.W. (Lord Rayleigh). (1955). Theory of sound: in 2 volumes. Moscow: GITTL [in Russian].
2. Industry and technology. Encyclopedia of industrial knowledge: in 12 vols. L.Grunmakh, E.Rosenboom. (Eds.). (1904) . Vol.2: Forces of nature. St. Petersburg: Tipografiya Tovarishchestva «Prosveshcheniye», 7 rota, 20 [in Russian].
3. Zeldovich, Ya.B. (2010). Higher mathematics for beginners and its applications to physics. Moscow: Fizmatlit [in Russian].
4. Efimov, A.P., Nikonov, A.V. & Sapozhkov, M.A. (1989). Acoustics. M.A. Sapozhkov (Ed.). Moscow: Radio i svyaz' [in Russian].
5. Aldoshina, I.A. & Pritts, R. (2006). Musical Acoustics. St. Petersburg: Kompozitor [in Russian].
6. Ananyev, A.B. (2008). Elements of musical acoustics. Kiev: Feniks [in Ukrainian].
7. Ananyev, A.B. (2012). Acoustics for sound engineers. Kiev: Feniks [in Ukrainian].
8. Belyavina, N.D, Belyavin, V.F., Bondarets, N.L. & Dyachenko, V.V. (2011). Base Sound Engineering Ch. I. N.D. Belyavina (Ed.). Kyiv: NAKKKiM [in Ukrainian].
9. Fichtengolts, G.M. (2001). Course of differential and integral calculus: in 3 volumes. Moscow: Fizmatlit [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 18.08.2019 р.