

УДК 534.874

В.С. Дідковський¹, В.П. Заєць¹, А.І. Луньов²¹ Національний технічний університет України «КПІ», Київ² Національна музична академія України, Київ

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРТЕПІАННОГО ЗВУКУ

Аналізуються результати вимірів часових характеристик звучання роялю і часу реверберації в Малому залі Національної музичної академії України. Пропонується ввести поняття часу післязвучання інструменту, який відповідає часу затухання звуку роялю на 60 дБ в октавних смугах частот. Експериментально одержана формула для обчислення часу післязвучання музичних інтервалів в дальній частині залу. Виконане порівняння запропонованої характеристики з часом реверберації приміщення.

Ключові слова: фортепіано, концертний зал, музичні інтервали, часові характеристики, час реверберації, час післязвучання.

Вступ

Найбільш узагальненою характеристикою приміщення є його стандартний час реверберації [1], тобто час, за який звук вимкненого джерела затухає на 60 дБ. При цьому вважається, що звук зникає миттєво, як звук імпульсного джерела або духового музичного інструменту.

Існує поняття оптимального часу реверберації [2], коли певна звукова програма справляє найкраще враження.

Ця характеристика доволі суб'єктивна, але зазвичай користуються усередненими довідковими даними [3], які, зокрема, регламентують час реверберації для камерної музики.

Оскільки цей вид музичної програми передбачає сольне або ансамблеве виконання на різноманітних музичних інструментах, то зрозуміло, що оптимальний час реверберації є дуже узагальненою характеристикою.

Звучання різних музичних інструментів суттєво відрізняється за такими часовими характеристиками, як атака і затухання.

Звук духового інструменту, дійсно, затухає миттєво, і час його післязвучання в приміщенні дорівнює часу реверберації в залі.

Звуки ж струнних інструментів: смичкових, щипкових і ударних – мають тривалий час затухан-

ня, обумовлений коливаннями струни і корпусу інструменту [4 – 6].

Зокрема, звук фортепіано, не зважаючи на наявність демпферів, які демпфують коливання струни в басових і середніх регістрах через 0,1 с після удару по клавіші, має тривалий час затухання за рахунок підтримування звучання резонансною декою. В результаті звук кожної ноти роялю «накладається» на звучання залу і, таким чином, подовжується.

Отже, термін «час реверберації», який звичайно вживають по аналогії з акустикою приміщення [7], не є коректним для характеристики звучання струнних інструментів.

В зв'язку з цим, пропонується ввести поняття «час післязвучання», який, наприклад для роялю, визначатиметься часом повного затухання фортепіанного звуку (на 60 дБ) у відповідній октавній смузі частот.

Цей параметр більш повно характеризуватиме звучання струнного інструменту в залі, ніж час реверберації приміщення.

Дослідження часових характеристик звучання роялю у концертному залі

Вимірювання часу затухання музичних інтервалів: октави, квінти і кварта, в октавних смугах частот і часу реверберації приміщення, які виконані в Малому залі Національної музичної академії Укра-

їни (НМАУ), дозволили проаналізувати одержані результати і зробити певні висновки.

Графік частотної залежності часу реверберації, виміряного за допомогою імпульсного джерела звуку в порожньому залі, наведений на рис. 1.

На графіку нанесена область оптимальних значень, розрахована за формулою Ліфшиця [8] для об'єму залу 1000 куб. м, з бажаним підйомом в області низьких і високих частот для забезпечення «теплоти» і «яскравості» звучання музики.

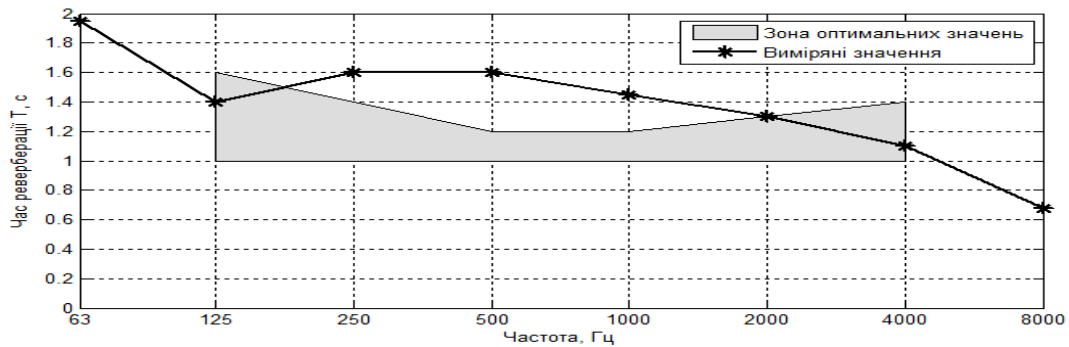


Рис. 1. Стандартний час реверберації, виміряний в порожньому залі

На рис. 2 представлений ефективний час реверберації (біля роялю) [2] і стандартний (в дальньому кінці залу). Стандартний час реверберації значно

перевищує ефективний час, в середньому на 0,5 – 0,7 с, що є дуже суттєвим, оскільки слухачами відчувається різниця вже в 0,1 с.

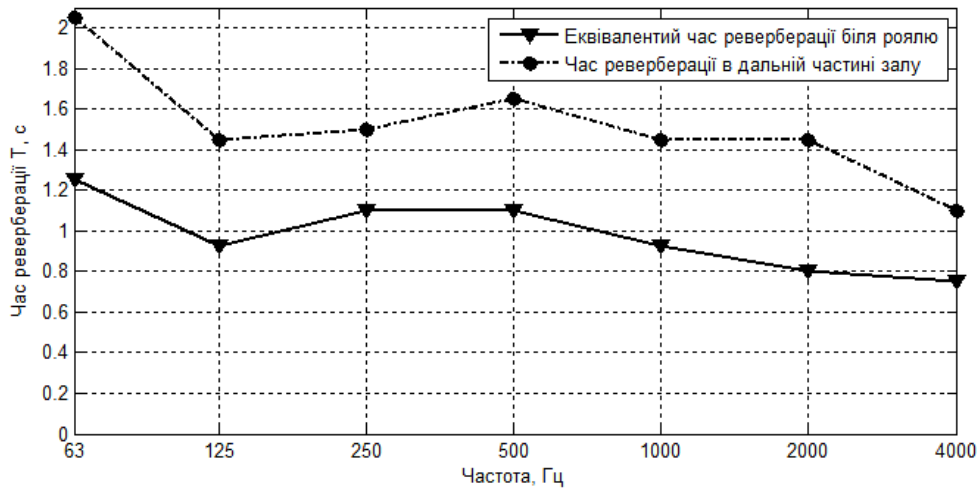


Рис. 2. Час реверберації біля роялю і в дальній частині залу

Час післязвучання музичних інтервалів – октави, квінти і кварта – біля роялю і в дальньому кінці залу поданий на рис.3, 4.

Для порівняння на цих же графіках наведений ефективний (рис. 3) і стандартний (рис. 4) час реверберації.

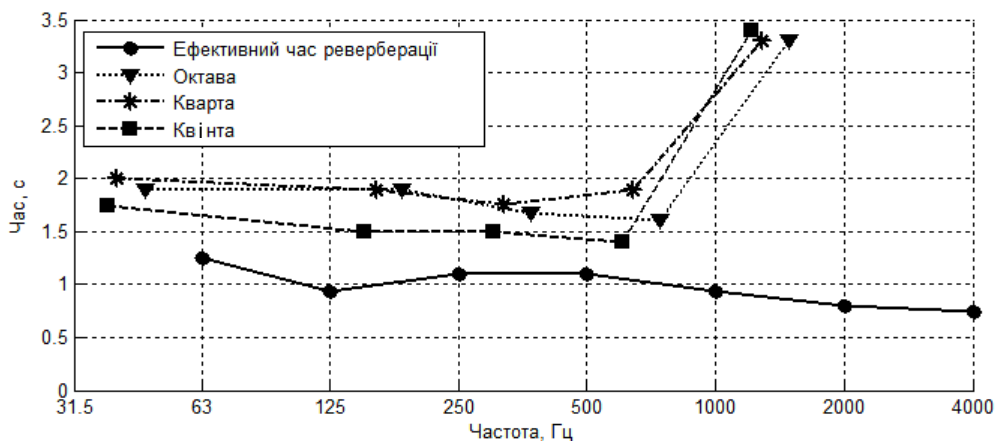


Рис. 3. Час післязвучання музичних інтервалів біля роялю

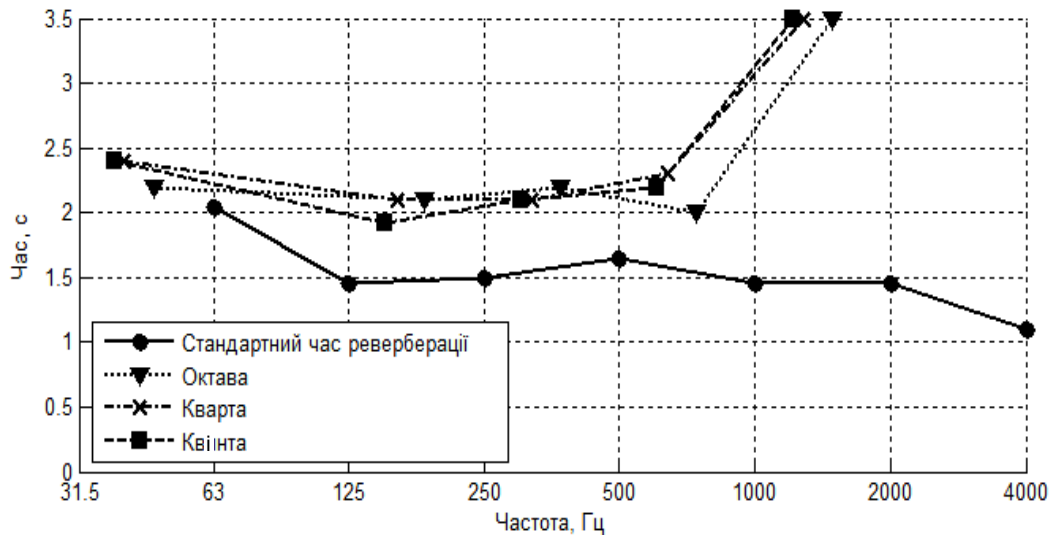


Рис. 4. Час післязвучання музичних інтервалів в дальній частині залу

Як і очікувалося, час післязвучання значно перевищує відповідний час реверберації. Підйом часу післязвучання в діапазоні частот вище за 2000 Гц пояснюється відсутністю демпферів в дискантному регістрі і, таким чином, збільшенням часу затухання коливань струн.

В дальній частині залу час післязвучання музичних інтервалів подовжується, але не так значно, як для імпульсного джерела (в середньому на 0,2 – 0,4 с). При цьому значення часу післязвучання різних музичних інтервалів зближуються.

Аналіз представлених результатів навів на думку, що, оскільки звучання роялю відбувається в звуковому полі приміщення, доцільно застосувати для обчислення часу післязвучання в дальньому кінці залу так званий «закон кубів» [9]. Зазвичай, цей закон використовується для обчислення часу реверберації в зв'язаних приміщеннях або коли запис джерела звуку, виконаний в одному приміщенні, відтворюється в іншому приміщенні. По аналогії з вказаними ситуаціями пропонується обчислювати куб часу післязвучання музичного інтервалу в дальньому полі як суму кубів його часу післязвучання біля роялю і стандартного часу реверберації в приміщенні.

На рис. 5 наведені виміряні значення часу післязвучання музичних інтервалів в порівнянні з аналогічною характеристикою, розрахованою за «законом кубів».

Оскільки час післязвучання всіх проаналізованих музичних інтервалів майже збігається, особливо в дальній частині залу, застосуємо усереднені значення часу післязвучання (рис. 6).

Як видно з графіків (рис. 5, 6), запропонована формула добре відображає результати процесу «накладання» реверберації приміщення на звук рояля.

Значення, розраховані за «законом кубів», практично дорівнюють виміряним значенням часу післязвучання в дальньому кінці залу.

Якщо частотні характеристики усередненого часу післязвучання вважати достатньо уніфікованими для роялів певної фірми, то аналогічні характеристики в дальній частині залу можна розрахувати за простою формулою, використовуючи значення часу реверберації в залі.

Порівняємо одержані результати з оптимальними значеннями часу реверберації для цього залу.

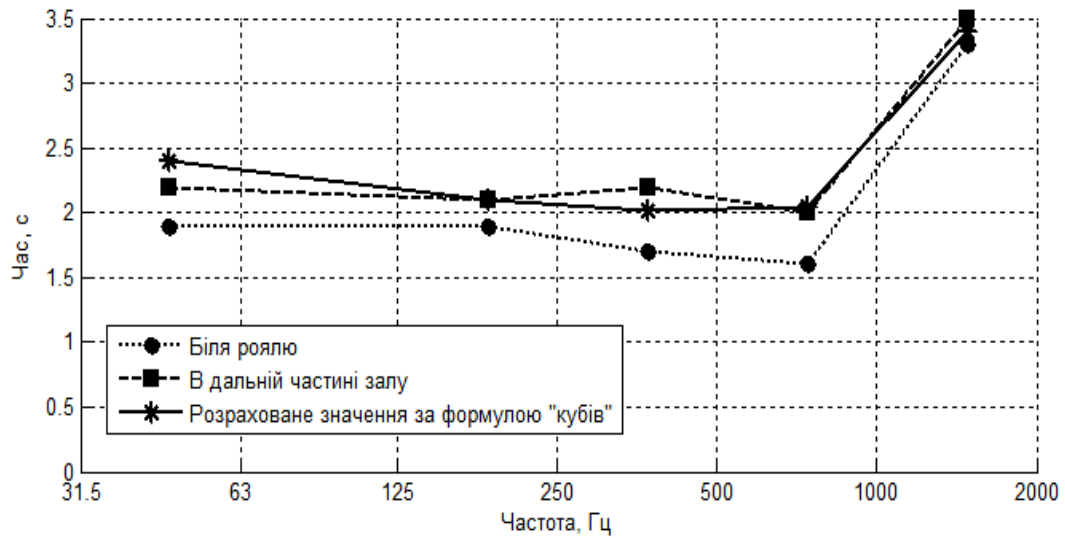
На рис.6, крім усередненого часу післязвучання для порожнього залу, наведені розраховані за формулою Ейрінга значення цього часу при заповненні залу на 50% (90 осіб) і 75% (135 осіб).

Як видно, час післязвучання музичних інтервалів в залі, заповненому на 75%, майже відповідає оптимальним значенням, що підтверджується і слуховими враженнями.

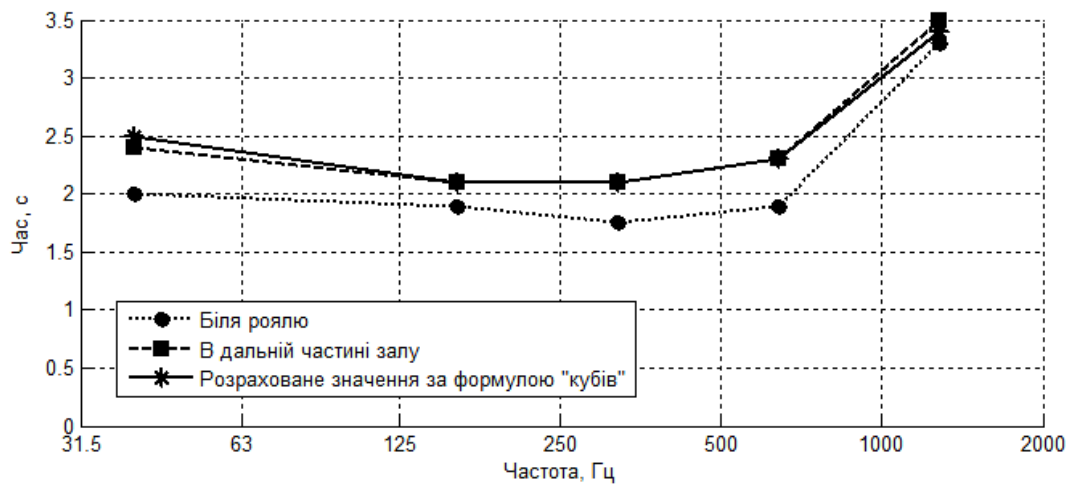
На рис. 7 для порівняння подається частотна залежність стандартного часу реверберації для залу, заповненого на 75%. Значення цієї характеристики виявляються дещо нижчими за рекомендовані оптимальні значення часу реверберації.

Висновки

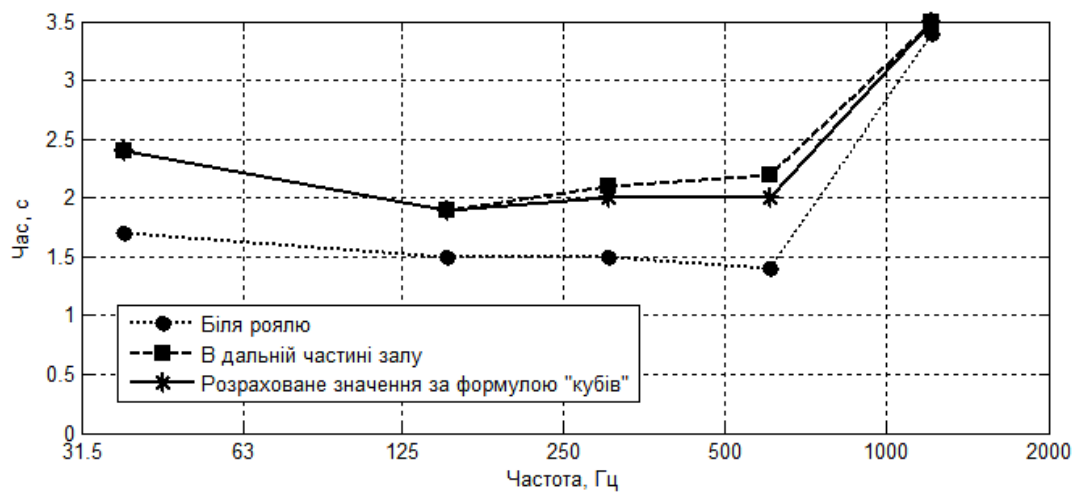
Виходячи з того, що Малий зал НМАУ, за оцінками спеціалістів, вважається майже оптимальним для виконання камерної музики, а також спираючись на викладені результати досліджень і власні суб'єктивні враження (зокрема, звучання високочастотних складових у приміщенні), автори рекомендують для акустичної характеристики концертного залу використовувати час післязвучання музичного інструменту. Таким чином, порівняння значень саме цієї характеристики з рекомендованими оптимальними дасть відповідь про акустичну якість залу



а



б



в

Рис. 5. Час післязвучання музичних інтервалів, розрахований за «законом кубів»: а – октава, б – квінта, в – кварта

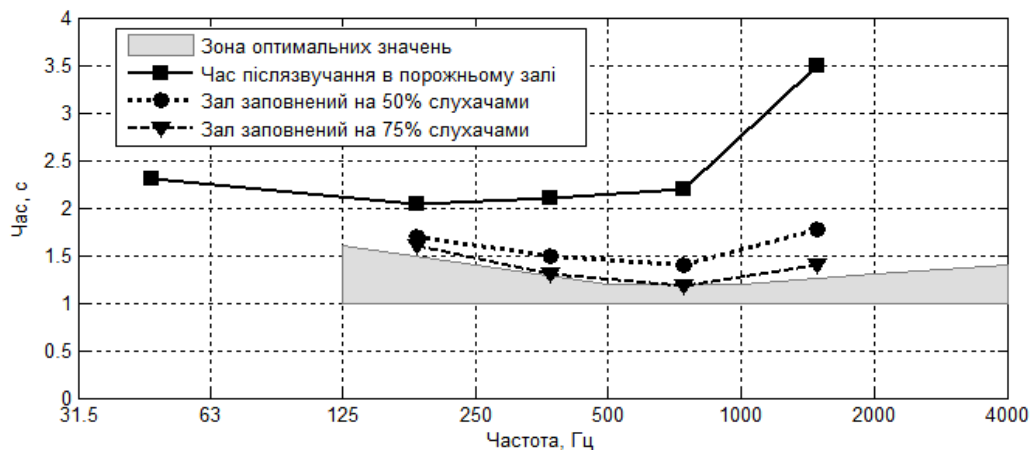


Рис. 6. Усереднений час післязвучання музичних інтервалів

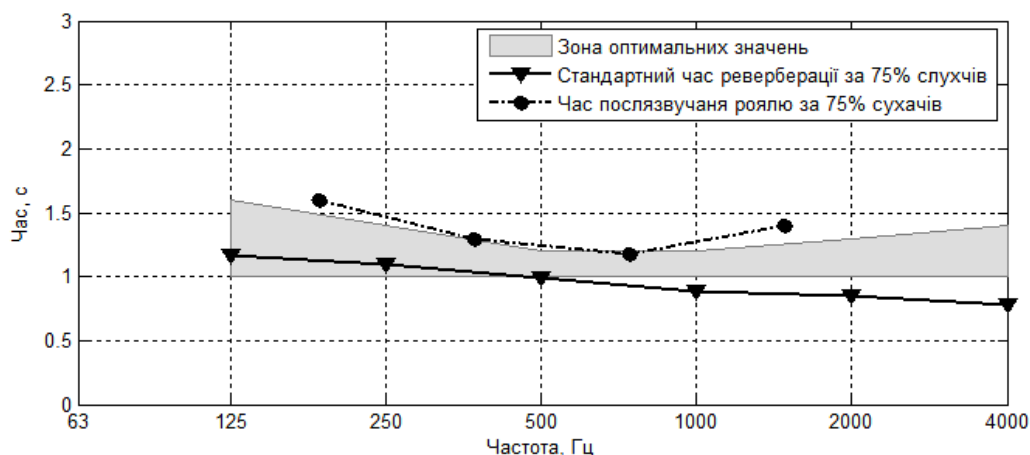


Рис. 7. Стандартний час реверберації і усереднений час післязвучання музичних інтервалів в заповненому залі

Список літератури

1. ISO 3382-2-2008// Акустика. Измерение акустических параметров в помещениях. Часть 2. Время реверберации в обычных помещениях. – ISO/TK 43, SC 2. – 24 с.
2. Дідковський В.С. Основи архітектурної і фізіологічної акустики / В.С. Дідковський, С.А. Лункова. – К.: Аванпостприм, 2001. – 420 с.
3. Акустика: справ. / под ред. М.А. Сапожкова. – М.: Радио и связь, 1986. – 336 с.
4. Fletcher N.H. The Physics of Musical Instruments / N.H. Fletcher, T.D Rossing. - N.-Y.: Springer-Verlag, 1991. – 450 p.
5. Галембо А.С. Фортепиано. Качество звучания / А.С. Галембо. – М.: Легпромиздат, 1987. – 165 с.
6. Усиков А.Я. Радиофизическое исследование феномена тембра звучания старинных итальянских смычковых музыкальных инструментов / А.Я.Усиков, В.К. Лап-

тий // Радиофизика и электроника. – Т.13, спецвыпуск, 2008. – с.455-461.

7. Алдошина И.А. Музыкальная акустика. / И.А. Алдошина, Р. Приттс. – С.-П.: Композитор, 2006. – 719 с.

8. Лифшиц Я.С. Курс архитектурной акустики / Я.С.Лифшиц. – М.: ОНТИ, 1937. – 290 с.

9. Фурдуев В.В. Электроакустика./ В.В. Фурдуев. – М.-Л.: ОГИЗ, гос. изд-во техн.-теор. лит, 1948. – 468 с.

Надійшла до редколегії 2.07.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.А. Найда, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРТЕПИАННОГО ЗВУКА

В.С. Дидковский, В.П. Заец, А.И. Лунев

Анализируются результаты измерений временных характеристик звучания рояля и времени реверберации в Малом зале Национальной музыкальной академии Украины. Предлагается ввести понятие времени послезвучания инструмента, которое соответствует времени затухания звука рояля на 60 дБ в октавных полосах частот. Экспериментально получена формула для вычисления времени послезвучания музыкальных интервалов в дальней части зала. Выполнено сравнение предложенной характеристики с временем реверберации помещения.

Ключевые слова: фортепиано, концертный зал, музыкальные интервалы, временные характеристики, время реверберации, время послезвучания

TO DETERMINATION OF TEMPORAL DESCRIPTIONS OF PIANO SOUNDING

V.S. Didkovsky, V.P. Zaetz, A.I. Lunyov

The results of measuring of temporal descriptions of sounding of piano and time of reverberation are analysed in the Small hall of the National musical academy of Ukraine. It is suggested to enter the concept of time of instrument's aftersounding, that corresponds to time of fading of sound of piano on 60 dB in the octave stripes of frequencies. A formula is experimentally got for the calculation of time of aftersounding of musical intervals in distant part of hall. Comparison of the offered description is executed in course of time reverberations of apartment.

Keywords: *piano, concerto hall, musical intervals, temporal descriptions, time of reverberation, time of aftersounding*