

Теорія Theory

УДК 781.2+781.6:780.62](477)

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗВУКІВ РИТМІЧНОГО СУПРОВОДУ НА БАРАБАНИ НАГРАВАННЯ «УКРАЇНСЬКИЙ ГОПАК»

Володимир Максимюк, Ілля Фетисов

Питання реальної тривалості ритмічних одиниць музичного виконання порівняно з нотацією широко обговорюється в науковому світі як музикознавцями, так і психологами, але дослідження взаємозв'язку між тривалістю та інтенсивністю звуків (не з точки зору сприйняття) наразі відсутні. Головною перешкодою тут виступає відсутність можливості мати достовірну інформацію про інтенсивність через аудіодоріжку.

Стаття описує інший – не через звуковий сигнал – спосіб отримання даних про тривалість та інтенсивність звуків гри на барабані й результати досліджень.

Ключові слова: інтенсивність, тривалість, LMS-аналізатор, тензометрія, музичне виконавство, музичне сприйняття.

An issue of real duration of rhythmical units in musical execution in comparison with notation is widely discussed in the scientific world both by musicologists and psychologists. However, at present there are no investigations on the interconnection (not in terms of perception) between the sounds duration and intensity. The main obstacle here is the absence of the possibility to have accurate information about sound intensity through the soundtrack.

The article is dedicated to the description of another way (not through a sound signal) to receive data about the duration and intensity of sounds from drum playing and the results of the investigation.

Keywords: intensity, duration, LMS-analyzer, strain gage measurement, musical execution, music perception.

Останнім часом у світовій музичній науці дедалі більшого розповсюдження набуває тенденція до застосування комп'ютерних технологій в аналізі актів музичного виконавства загалом і творів народної музики зокрема [2; 3; 6; 7; 11–13; 15–17]. Комп'ютерний аналіз дозволив заглянути в процеси та побачити явища, які обмежено фіксуються людським вухом. Одним із таких явищ є співвідношення між гучністю (яка є слуховим сприйняттям інтенсивності амплітуди коливань тіла, що звучить) і тривалістю звуків. У цьому напрямі дослідження лише розпочинаються. Як засвідчив лист від доктора мистецтвознавства, професора-стипендіата (*professorstipendiat*) Університету в Осло М. Йоханссона (*Mats Johansson*) від 30 червня 2018 року, міжнародна група вчених, що працює зараз над реалізацією проекту *TIME* [25], лише планує братися за дослідження питання взаємозв'язку тривалості та гучності.

Головною перешкодою на шляху дослідження взаємозв'язків між гучністю та

тривалістю звуків (або між тривалістю і гучністю), на нашу думку, є об'єкт аналізу – аудіофайл запису (або «аудіовізуальне зображення» [7, с. 38]). Якщо стосовно тривалості звуків аудіофайл дає доволі об'єктивну картину, то стосовно гучності його достовірність обмежується динамічним діапазоном мікрофона (зокрема, максимальним звуковим тиском), і, відповідно, необхідністю регулювання рівня запису, відстанню від мікрофона до джерела звука тощо. Унаслідок цього гучність, яку чує виконавець, і гучність, яку бачить на осцилограмі дослідник, не відповідають одна одній [7, с. 47].

Сучасна українська дослідниця традиційної вокальної музики А. Мазуренко, яка використовує в своїй роботі комп'ютерний аналіз аудіозаписів, окреслюючи загальну картину комп'ютерних досліджень народної музики, констатує, що «динаміка й тембр піддаються обробці [шляхом акустичного аналізу. – В. М., І. Ф.] і можуть у подальшому слугувати для складання комплексу

ТЕОРІЯ

параметрів, але поки що такі дослідження знаходяться в процесі розробки і не застосовуються в аналітичній практиці» [2, с. 97].

Питання взаємозв'язку між гучністю (інтенсивністю) і тривалістю є надзвичайно цікавим з точки зору психології музичного виконавства та їхнього впливу на сприйняття виразності музики, що звучить.

Н. Тодд, який присвятив не одну працю розробці теорії виразності у нотній тональній музиці, спираючись на теорію скорочення часових проміжків [14] та ідею відходу від жорсткої метричності, вказував, що «завершена теорія виразності має враховувати інтенсивність та інші другорядні виражальні засоби, як вібрато; як і інші перемінні в музичній структурі, ці засоби виразності не є незалежними» [23, с. 51].

Радянський учений, академік Б. Теплов, у докторській дисертації (уперше опублікована в 1947 р.), спираючись на дослідження Р. Стетсона [20; 21] та Г. Вудроу [24], які продемонстрували існування постійних ілюзій у сприйнятті тривалості однакових звуків у зв'язку із їхньою наголошеністю (акцентовані звуки видавалися довшими, а тривалість неакцентованих звуків перед ними або після них стабільно недооцінювалася), висунув припущення, що для формування враження рівномірності музичного руху необхідно подовжувати проміжки, які йдуть за акцентованими звуками [5, с. 208].

Показові дослідження сприйняття інтенсивності (акцентованості) та тривалості звуків були проведені Д.-Я. Повелом і Г. Оккерманом, які продемонстрували явище виникнення слухової ілюзії акцентуації звуків у еквітонових¹ послідовностях (першого – у випадку однакових проміжків між звуками, і другого – у випадку збільшення паузи після першого звуку на 10 %) [18]. Повернути відчуття акцентованості першого звуку вдавалося шляхом збільшення його інтенсивності не менше, як на 4 dB. Дослідження, проведені Х. Текманом продемонстрували, що у випадку некорельованих (різнонаправлених) змін гучності (інтенсивності) та тривалості, параметром, який добре фіксується на слух, виступає інтенсивність звуків, але не їхня тривалість, а однонаправлені зміни інтенсивності та

тривалості звуків на слух визначаються доволі коректно [22].

Таким чином, отримання й аналіз даних стосовно тривалості та інтенсивності звуків реального музичного виконання являє неабиякий інтерес.

Спосіб отримання даних та об'єкт досліджень. Нами було знайдено інший, ніж аналіз аудіофайла, шлях отримання даних стосовно тривалості та гучності (інтенсивності) звуків, який дозволив уникнути обмежень, створюваних мікрофоном. Цей спосіб полягає в зніманні тензосигналів (сигналів, що дають інформацію про міру деформації поверхні) з поверхні музичного інструмента, в даному випадку – барабана з тарілкою, безпосередньо в момент гри на ньому. Для цього на мембрану та нерухому нижню тарілку барабана були наклеєні тензодатчики, сигнали з яких окремими каналами надходили на реєстратор вібраційних, акустичних і тензосигналів *LMS SCADAS Mobile* (виробник – Бельгія), з подальшою візуалізацією, записом і аналізом на комп'ютері. Дані формувалися автоматично у вигляді таблиць *Excel*. Піки деформації, які відображали момент нанесення удару по мембрані «булавою» (дерев'яною паличкою, на кінці якої з тканини зроблена м'яка голівка) та рухливою, верхньою тарілкою по нерухомій нижній тарілці вибиралися вручну.

Дослідження були проведені в Інституті механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України за ініціативою керівника фольклорного ансамблю «Божичі» Іллі Фетисова на базі Центру колективного користування (керівник – пров. н. с., доктор фізико-математичних наук Володимир Максимюк). Досліджувалася гра на барабані з тарілкою автентичного музиканта зі с. Підгайне Іванківського району Київської області Валентина Давиденка (1950 р. н.) і вторинного² виконавця на барабані Андрія Левченка (1991 р. н.)³. Подібні дослідження за допомогою цього обладнання ані за кордоном, ані в Україні раніше не проводилися.

На початку досліджень використовувалися лише два датчики – один був прикріплений знизу тарілки, другий – згори зовнішньої сторони мембрани. Таким чином були записані виконання 25 листопада 2016 року

ВОЛОДИМИР МАКСИМЮК, ІЛЛЯ ФЕТИСОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗВУКІВ РИТМІЧНОГО СУПРОВОДУ НА БАРАБАНИ НАГРАВАННЯ «УКРАЇНСЬКИЙ ГОПАК»

В. Давиденка, 2 грудня 2016 року А. Левченка. У подальшому до мембрани барабана було прикріплено ще один датчик – знизу мембрани, що дозволило отримати більш достовірну часову картину нанесення ударів булавкою автентичним виконавцем, оскільки він ударяв не лише по центру мембрани, але й згори та знизу. Також це дозволило уникнути можливого впливу деформацій мембрани, які виникали внаслідок ударів по тарілці (так було здійснені записи В. Давиденка 8 червня 2017 р.)⁴.

Критика достовірності отриманих даних. У процесі роботи із програмним забезпеченням *LMS Test.Xpress* (версія 3В) було виявлено низку особливостей, які не дають підстав говорити про абсолютну точність отриманих даних. Залежно від розміру фрагмента даних, який вивантажувався, програма сама визначала масштаб їх викладу. Тобто, дані деформації одного й того самого часового фрагмента, викладеного шматками різної довжини, відрізнялися. При вивантаженні фрагментів, більших за 20 с, усі дані деформації розміщувалися з інтервалом 0,04 с. Лише при вивантаженні фрагментами, не більшими 20 с, періодичність часового інтервалу розміщення даних зникала, але крок, з яким програма вивантажувала дані, був більшим, ніж крок при вивантаженні цього ж фрагмента шматками по 10 с (переважно від 0,005 с до 0,01 с при вивантаженні фрагментами по 20 с та здебільшого від 0,001 с до 0,005 с при вивантаженні фрагментами по 10 с; але в обох випадках зустрічається крок вивантаження з інтервалом від 0,0003 с до 0,001 с). Час появи тих чи інших піків деформації та міра деформації незначно варіюються залежно від того, чи вивантажуються шматки даних по 10 чи по 20 секунд. У цій розвідці ми користувалися даними, отриманими внаслідок вивантаження фрагментів по 20 с.

Іноді програма по-різному вивантажувала дані однієї й тієї самої ділянки музики, залежно від того, чи нею закінчувався вивантажений фрагмент, чи починався наступний. Пік, на який ми орієнтувалися, зазвичай лишався незмінним, але іноді програма показувала іншу пікову деформацію з певним часовим відхиленням. У таких випадках,

на віддаленні від закінчення даних файла (дані вивантажувалися нами із «запасом»), завжди можна було знайти піки, які в різних файлах збігалися, що уможливлювало перехід від одного *Excel* файла до іншого.

Питання до абсолютної точності даних викликають два випадки (на три награвання), в одному з яких часовий інтервал між двома ударами становив одне й те саме число з точністю до четвертого знака після коми, а в другому – максимальна міра деформації поверхні двох послідовних ударів становила одне й те саме число з точністю до третього знака після коми.

Отже, всі отримані дані не можна сприймати буквально, а лише як тренд тієї чи іншої складової – часу або деформації.

Особливості деформування поверхні барабана та принципи вибірки даних. Фронт деформування мембрани й тарілки має різний характер. При деформуванні мембрани в обох виконавців спостерігаємо наступну динаміку наростання фронту, яка найбільш яскраво виявляється в момент нанесення першого удару⁵. Спершу з'являється пік-«передвісник», який, вочевидь, відповідає моменту торкання мембрани м'якою частиною голівки «булавки». Цей пік у 3–8 разів більший за рівень шумів у стані спокою мембрани. Стрімко за ним наступає ще один пік, який, ймовірно, відповідає моменту максимального стиснення м'якої частини «булавки» і деформації мембрани під впливом твердої палички. Цей пік, який ми назвемо «перший найбільший пік», у 3–8 разів більший за пік-«передвісник». Наступні піки, перший з яких наступає з інтервалом, що відповідає періоду коливань мембрани⁶, переважно були менші від першого найбільшого піку, але іноді перевищували показник деформації першого найбільшого піку. При подальшій роботі з даними, показники деформації других піків теж були враховані.

У процесі гри пік-«передвісник» губиться в піках згасання, і виокремити його практично неможливо. Тому ми вирішили орієнтуватися на перший найбільший пік і вимірювати часові інтервали між цими піками. Фронт деформації, який фіксується нижнім датчиком, має подібну картину, з тією лише відмінністю, що пік-«передвісник» переваж-

ТЕОРІЯ

но має мінусові значення, тобто, мембрана при цьому не розтягується, а стискається. Нижній датчик завжди показував деформацію меншу, ніж верхній, ця різниця в середньому становить 2–3 рази. При обрахунку часових інтервалів між піками деформації награвання «Український гопак», що було виконане 8 червня 2017 року, нами брався перший найбільший пік того датчика, який фіксував його найшвидше (враховуючи, що виконавець весь час змінював точку нанесення ударів), але при формуванні графіка гучності ми завжди послуговувалися даними деформації верхнього датчика, оскільки він відображав максимальний ступінь деформації. Дані стосовно деформування та часових інтервалів були округлені до третього після коми знака.

Фронт деформації тарілки має різну картину в автентичного (В. Давиденко) та вторинного (А. Левченко) виконавця, що відображає різні підходи до її використання. Фронт деформування нижньої тарілки у В. Давиденка, який грав сидячи, настає завжди плавно і максимум припадає зазвичай після максимуму деформування мембрани (оскільки спочатку верхня тарілка торкається лише краєм одного якогось боку нижньої тарілки, а пізніше – накриває собою всю нижню тарілку). В А. Левченка, який грав стоячи, фронт деформування нижньої тарілки наступав стрімко (тому що виконавець бив верхньою тарілкою по нижній перпендикулярно вниз) і випереджав пік деформування мембрани.

Унаслідок додаткових досліджень з'ясувалося, що удари по тарілці проходять у датчик, закріплений згори мембрани, але цей вплив для аналізу гри обох виконавців не був значним. Для показників гри А. Левченка цей вплив є відчутнішим, ураховуючи напрям удару тарілкою та випередження ним удару «булавкою». Момент нанесення удару «булавкою» в нього простежувався надзвичайно виразно, натомість визначити точну міру деформації поверхні мембрани у випадку одночасних ударів правою (булавка) і лівою (тарілка) рукою стало неможливим, оскільки до показника деформації мембрани мультиплікаційно додавалася частина деформації мембрани від удару тарілкою по тарілці.

На цьому етапі досліджень ми працювали лише з даними, які були отримані з поверхні мембрани барабана в результаті гри «булавкою». Аналізували виконання награвання «Український гопак» В. Давиденком 25 листопада 2016 року, 8 червня 2017 року та А. Левченком 2 грудня 2016 року.

Особливості виконавських стилів.

В. Давиденко переважно використовує стиль гри, який він називає «грати перебором», тобто підбивати кожну вісімку награвання (середня абсолютна тривалість однієї вісімки, або, як це називається в закордонних працях – *inter onset interval (IOI)*⁷ між ударами, що відповідають восьмій нотній тривалості, в обох виконавців становить приблизно 0,2 с). Удари тривалістю в одну четвертну (*IO* яких становить приблизно 0,4 с) трапляються в нього значно рідше (наприклад, під час виконання награвання «Український гопак» 25 листопада 2016 року з 435 ударів, нанесених булавкою по мембрані, лише 71 удар відповідав чвертковій тривалості, решта дорівнювали тривалості вісімки). Цей стиль гри є індивідуальним і усвідомленим, що вирізняє В. Давиденка з-поміж інших виконавців на барабані. На запитання, як назвати стиль гри, коли він грає, вдаряючи на кожну чверть (іноді для різноманітності В. Давиденко грає доволі тривалі ділянки музики, наносячи удари з періодичністю чвертки), виконавець, фактично, не відповів: «Ну, так всі грають. Грати без перебору».

Стиль гри «булавкою» А. Левченка саме відповідає визначенню «грати без перебору». Під час виконання ним награвання «Український гопак» 2 грудня 2016 року з 225 ударів лише 20 ударів відповідало вісімці, всі інші – чвертці.

Формування графіків інтенсивності й тривалості. На основі деформації можна винести враження про силу удару, і, відповідно, про його гучність, хоча, звичайно, перевести одиниці виміру деформації – мікстрейни в одиниці виміру гучності – децибели є проблематичним. Тому міру деформації ми вважаємо показником ступеня інтенсивності того чи іншого удару.

Після збору інформації про силу ударів по мембрані та часових інтервалів між ними, в програмі *Origin* нами були сформовані та

ВОЛОДИМИР МАКСИМЮК, ІЛЛЯ ФЕТИСОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗВУКІВ РИТМІЧНОГО СУПРОВОДУ НА БАРАБАНИ НАГРАВАННЯ «УКРАЇНСЬКИЙ ГОПАК»

накладені один на один графіки інтенсивності (насправді – деформації) й тривалості (див. іл. 1–7). Графік інтенсивності позначено пунктирною лінією, графік тривалості – суцільною лінією. Ліворуч цифрами позначена деформація мембрани в мікрострейнах ($1 \mu S = 10^{-6}$), яка є пропорційною силі удару по ній (для виконань 25 листопада 2016 р. і 2 грудня 2016 р. – від 0 до 900, для виконання 08.06.17 – від 0 до 1200), й ці величини стосуються пунктирної лінії інтенсивності. Праворуч цифрами від 0,0 до 1,0 позначена тривалість (у секундах), і ці величини стосуються суцільної лінії. Ті точки суцільної лінії, які знаходяться на рівні 0,2 с, відповідають вісімці, ті, що знаходяться на рівні 0,4 с – чвертці. Точки, які позначають інтенсивність (квадрати на пунктирній лінії), випереджають точки, які позначають тривалість (трикутники на суцільній лінії), тому що вони відповідають удару «булавкою» по мембрані, а тривалість – часовому інтервалу між ударами (IOI).

Були сформовані графіки для кожного виконання награвання «Український гопак» (25 листопада 2016 р., 2 грудня 2016 р. та 8 червня 2017 р.).

Спільне та відмінне в грі на барабані кожного виконавця. Виявилось, що сила, з якою А. Левченко наносив удари по мембрані, є значно меншою, ніж сила, з якою наносив удари В. Давиденко. Через це в графіку гри А. Левченка лінія гучності в більшості випадків опиняється під лінією тривалості.



Іл. 1

У В. Давиденка навіть у тих моментах, коли він наносить удари з періодичністю

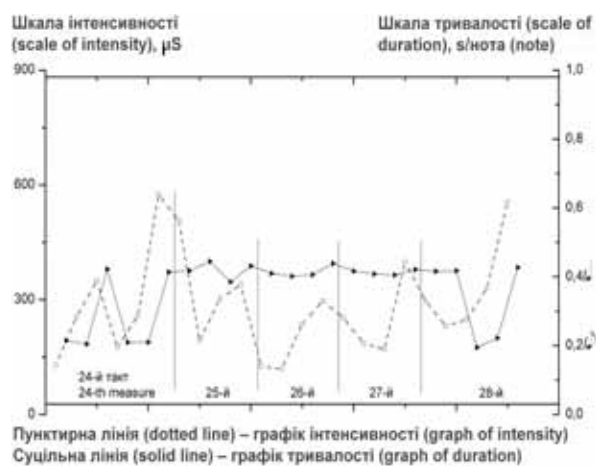
чвертки, гучність все одно відображається над лінією тривалості.



Іл. 2

Обмірковуючи причину того, чому А. Левченко грав тихіше за В. Давиденка, було враховано те, що він грав стоячи і вибивав під гру фіделя – більш тихого інструмента, ніж гармонь.

Але висуваємо ще одне припущення, на яке наштовхнули ті місця, де А. Левченко наносив удари з інтервалом вісімки (у 12, 24, 28, 32, 36, 54 та 55 тактах). Найбільші піки інтенсивності ударів протягом танцю, що співмірні з інтенсивністю ударів, з якою грав В. Давиденко, припадають на чверть, яка опинялася після виконаних поспіль двох вісімок (крім 32 такту). Можемо стверджувати, що у всіх випадках вісімки були своєрідним «трампліном» для нарощування гучності.



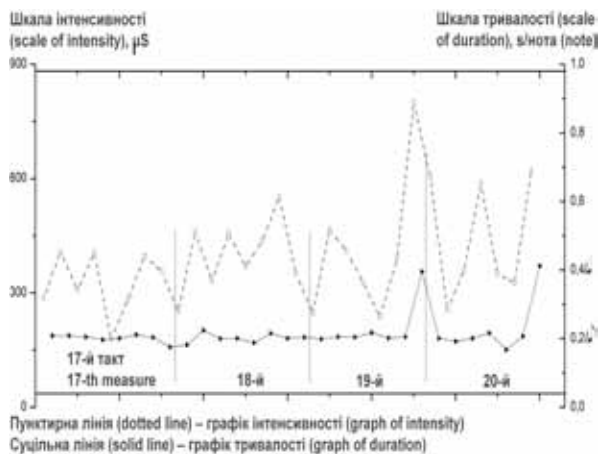
Іл. 3

ТЕОРІЯ

Таким чином, занижена гучність гри, порівняно із В. Давиденком А. Левченка, може бути пов'язана саме із постійним застоюванням ударів з *IOI* чвертки.

Після побудови графіків з'ясувалося, що сила, з якою наносилися удари обома виконавцями, є не випадковою, а підкореною певній логіці. При цьому в автентичного виконавця (В. Давиденка) спостерігаються декілька паралельно існуючих концепцій, якими визначається сила удару.

Для обох виконавців притаманне використання нарощення гучності до кінця кожної частини танцю, яка охоплює 4 чотиричверткових музичних такти. Виявлення закономірностей побудови кожним виконавцем таких динамічних хвиль (хвиль нарощення гучності) потребують додаткового аналізу, але візуально на основі графіків можна відзначити, що В. Давиденко починає нарощувати гучність швидше, ніж це робить А. Левченко, і пік у нього припадає часто вже на останню чверть третього такту, четвертий такт наче «закріплює» цю гучність.



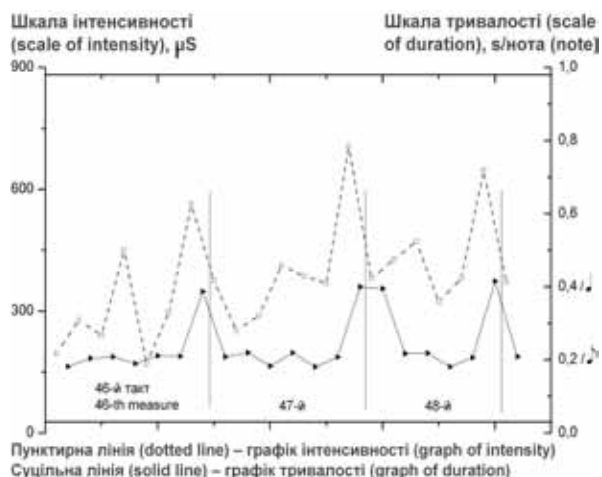
Іл. 4

У А. Левченка хвиля прямує до останньої чверті четвертого, останнього такту (динамічну хвилю А. Левченка див. іл. 1, 3).

Такі відмінності в побудові хвиль теж можуть впливати на загальну гучність награвання в кожного виконавця.

Взаємодія між інтенсивністю й тривалістю ударів. Яскравою особливістю гри В. Давиденка є те, що при використанні ним ударів з *IOI* чверті, в нього майже за-

вжди різко зростає інтенсивність удару, порівняно з ударами з *IOI* вісімки. На малюнку видно, що тривалість й інтенсивність у цих випадках збільшуються прямо пропорційно і графіки тривалості й інтенсивності йдуть майже паралельно.



Іл. 5

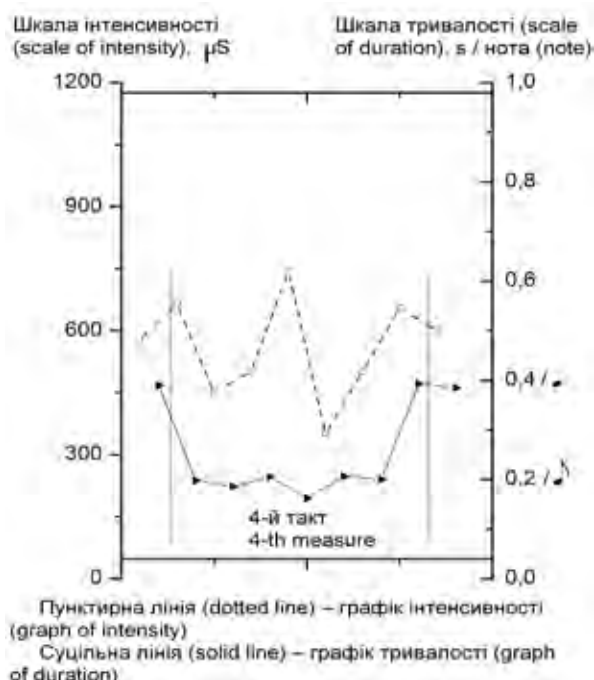
Автентичний виконавець збільшенням інтенсивності начебто підкріплює збільшення *IOI* (подібне явище ми можемо спостерігати і в гри А. Левченка у тих випадках, коли він використовує вісімки). Логічним є припустити, що у цих випадках тривалість впливає на інтенсивність, а не навпаки, або що ці дві системи – тривалість та інтенсивність – існують одночасно. Це також підтверджується й тим, що стрибкоподібне збільшення інтенсивності не означає, що й *IOI* стрибкоподібно збільшується, адже піки інтенсивності у В. Давиденка зустрічаються і в групах з вісімок. Важливо розуміти, що автентичний виконавець не знає нотної грамоти, в розмові з ним стало очевидним, що він не прораховує довгий удар тривалостями короткого удару, тобто не думає про те, що один довгий удар по часу може дорівнювати двом коротким. Тому можна говорити про синкретизм явищ тривалості та інтенсивності в свідомості народного виконавця у цьому випадку і про їхній взаємозв'язок, коли не лише можна розглядати вплив інтенсивності на тривалість, але й навпаки, вплив тривалості, яку треба витримати, на силу, яка застосовується в момент нанесення удару.

ВОЛОДИМИР МАКСИМЮК, ІЛЛЯ ФЕТИСОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗВУКІВ РИТМІЧНОГО СУПРОВОДУ НА БАРАБАНИ НАГРАВАННЯ «УКРАЇНСЬКИЙ ГОПАК»

Неодноразово нами спостерігалось явище взаємозв'язку між силою удару і тривалістю наступного за ним *IOI* в групах ударів, які при нотації відповідають однаковим нотним тривалостям. У випадку збільшення інтенсивності удару, *IOI* теж незначно збільшувався, у випадку зменшення – теж зменшувався. Це явище спостерігалось в обох виконавців на барабані, але здебільшого воно притаманне вторинному виконавцю, в якого кількість таких взаємопов'язаних ударів становила більшість. Припускаємо, що однакова чи різна спрямованість інтенсивності й тривалості (у даному випадку – ударів, але, вочевидь, будь-яких музично-ритмічних явищ) позначається на слуховому сприйнятті характеру музики. Виконання автентичним барабанщиком звучало енергійнішим.

Однонаправлене збільшення інтенсивності та тривалості виконавцями добре корелюється із результатами досліджень Текмана [22, с. 187], проте в грі В. Давиденка присутнє явище, яке частково спростовує висновок ученого про те, що інтенсивність і тривалість сприймаються людиною як певна нероздільна сукупність. Вочевидь, цей висновок вірний для слухачів, проте треба враховувати, що музикант у момент власного виконавства має зовсім інше відчуття часу – час начебто розширюється та сповільнюється. Цей стан можна порівняти із відчуттям «розширення» часу, яке переживають люди у миті небезпеки [1, с. 12]. Якщо в дослідженнях Текмана *IOI* становив 210 мс [22, с. 184], то *IOI* між ударами під час виконання 8 червня 2017 року був близько 200 мс і нижче, під час яких виконавець устигав вивірити час між ударами і розташувати їх у певній динамічній прогресії.

У цьому ключі показовим є явище, яке спостерігається в кожному четвертому такті (що відповідає останньому такту кожної частини танцю) виконання В. Давиденка. У цьому такті, графік інтенсивності якого графічно нагадує корону з трьома зубцями, середній пік інтенсивності, що припадає на четверту вісімку і переважно є найбільшим у такті, часто поєднується зі скороченням тривалості четвертої вісімки відносно тривалості третьої та п'ятої вісімок⁸.



Іл. 6

Можна говорити про значну майстерність виконавця, оскільки стабільно розділяти інтенсивність і тривалість, які в цьому місці переважно різнонаправлені, є складним завданням для музичного виконання та контролю.

Нами було продемонстровано два ключових підходи до взаємодії інтенсивності й тривалості, які не є результатами випадковості, а мають стабільну повторюваність. Варіантом різнонаправленої взаємодії інтенсивності та тривалості в автентичного виконавця також є випадки, коли пік інтенсивності візуально повторює попередній пік тривалості.



Іл. 7

ТЕОРІЯ

Це явище притаманне здебільшого для автентичного виконавця (у вторинного воно трапилося лише один раз). Такі випадки фіксуються виключно на переходах між тактами, коли останній удар у такті має четвертну тривалість, а перший у наступному такті – восьму тривалість або четвертну тривалість із меншим *IOI*. Це свідчить про те, що виконавці, з одного боку, дотримуються певної логіки динамічного розгортання твору, а, з другого, – мають певні часові межі, яких теж мусять дотримуватися. Найвірогідніше, що в обох виконавців такі випадки не є продуманими та осмисленими, а зв'язані з певним музичним відчуттям.

Висновки. Використання методу тензометричних досліджень для виявлення часових і динамічних характеристик актів виконання музики на ударних інструментах є надзвичайно перспективним напрямом, хоча на цей момент він і не використовується дослідниками. На відміну від аудіозапису, яким фіксується коливання повітря, що дійшло до мікрофона, цей метод дозволяє отримувати дані про коливання мембрани барабана безпосередньо з її поверхні. Ці дані отримуються автоматичним шляхом у момент виконання, відповідно, зникає необхідність у формуванні аудіовізуального зображення, яке дослідник має проінтерпретувати. Відповідно, об'єктивно фіксується контакт виконавця із музичним інструментом (сила удару та момент його нанесення), а не розглядається наслідок цього контакту (звучання). Вочевидь, що в аудіофайлі момент торкання м'якої частини «булавки» неможливо помітити взагалі.

Автоматичний виклад даних у вигляді таблиці *Excel* дозволяє уникнути суб'єктивізму, який виникає при визначенні моменту атаки звуку при роботі з аналізом аудіовізуального файлу. Формування графіків у програмі *Origin* дозволяє візуально охопити незрівнянно більшу кількість звукових явищ (зручним для аналізу є одномоментне спостереження за 150–180 точками графіку), ніж це дозволяють музичні комп'ютерні програми, такі як *Praat*, *Adobe Audition* та ін.

Виявлені під час роботи з програмним забезпеченням *LMS-аналізатора* вади

(насамперед – залежність деталізації даних від розміру фрагмента, який вивантажується; оптимальним для досліджень виявилось вивантаження фрагментів по 20 с) не дозволяють говорити про повну точність отриманих даних. Можна очікувати, що в наступних версіях програмного забезпечення така вада буде відсутньою. Але немає сумніву в тому, що отримані дані відповідають трендам змін інтенсивності та тривалості ударів. Про адекватність даних тензодатчиків свідчать аудіофайли, сформовані *LMS-аналізатором*.

Отримані дані свідчать про упорядкування ударів по мембрані барабана за певною схемою динамічного розгортання, кульмінація якого припадає на закінчення кожної частини танцю. Ця схема є більш-менш постійною для кожного з виконавців. Графіки інтенсивності ударів свідчать, що для 4-чвертного музичного такту награвання «Український гопак» притаманна інша ієрархія наголошеності четвертей, аніж це прийнято в академічній музиці (з сильним акцентом на найслабшій в академічному такті 4-й чверті).

Різноманітні за тривалістю удари, які застосовуються під час гри (короткі та довгі), сприяють більшій виразності виконання й широкій динамічній амплітуді виконання, і навпаки, одноманітність їхньої тривалості зменшує динамічну амплітуду виконання і його виразність.

Існування порогів сприйняття менших, ніж зафіксовано в дослідженнях слухового сприйняття еквітонових послідовностей звуків, свідчить про те, що музикант у момент виконання перебуває в стані розширення і сповільнення часу.

Спостерігається явище синкретизму тривалості часового проміжку (*IOI*) та інтенсивності удару при переходах від коротких тривалостей до довгих – у цих випадках довгий *IOI* стабільно є пропорційно голоснішим за короткий. Таке ж явище відмічається і для часових інтервалів, які при нотації позначаються однаковими нотними тривалостями, коли збільшення або зменшення інтенсивності удару відповідно позначається на незначному збільшенні або зменшенні часового проміжку до нанесення наступ-

ВОЛОДИМИР МАКСИМЮК, ІЛЛЯ ФЕТИСОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ
ЗВУКІВ РИТМІЧНОГО СУПРОВОДУ НА БАРАБАНИ НАГРАВАННЯ «УКРАЇНСЬКИЙ ГОПАК»

ного удару, що здебільшого притаманно грі вторинного виконавця.

З іншого боку, спостерігається явище розмежування динамічної та часової логіки розгортання награвання й існування паралельно двох систем, одна з яких пов'язана з інтенсивністю ударів, а друга – із їхньою тривалістю, що переважно властиво грі автентичного музиканта.

Примітки

¹ Однакових по висоті, тривалості та інтенсивності.

² Вторинними виконавцями називаються музиканти, які відроджують в умовах міста сільську музику, переважно послуговуючись аудіозаписами сільських музикантів і власною фольклорно-експедиційною практикою.

³ В. Давиденко супроводжував гру на віденській дворянській гармоні Іллі Фетисова, А. Левченко – гру на фіделі професійного музиканта-полістиліста Михайла Качалова.

⁴ Почути ці виконання можна за посиланням: <https://www.youtube.com/watch?v=HCwj8TsqibQ>.

⁵ На основі даних датчика, розташованого згори мембрани.

⁶ Для записів 25.11.2016 та 02.12.2016 цей інтервал становив близько 0,02 с, що відповідало частоті мембрани у 50 Гц. Для записів 08.06.2017, через вологість приміщення і зниження натяжки мембрани, цей інтервал був ближчий до 0,03 с.

⁷ IOI – це часовий інтервал між початком сигналів, у даному випадку – між нанесенням ударів.

⁸ У цьому такті виконавець грає ритмічну фігуру, яка має інше групування восьмих тривалостей, ніж в інших тактах. Якщо скрізь вони групуються по дві, то в останньому такті кожної із частин виконавець групує їх по три – 3 вісімки + 3 вісімки + 1 чверть (або 2 вісімки).

Джерела та література

1. Ібен А. Доказ безсмертя. Подорож нейрохірурга у потойбічний світ. Київ, 2017.
2. Мазуренко А. Стабільність и мобільність в структурі песенної строфи української етнічної музики. *Tradycja ir dabartis (Tradition and Contemporarity)* / Academy of Arts. Klaipeda University. 2017. Vol. 12. С. 95–104.
3. Мазуренко Анастасія. Микроинтервальные варианты ступеней как региональная особенность устройства звукоряда (на примере песенной традиции Украины). *Tradycja ir dabartis (Tradition and Contemporarity)* / Academy of Arts. Klaipeda University. 2018. Vol. 13. С. 141–149.
4. Стоянов П. Ф. Молдавский мелос и проблемы музыкального ритма. Кишинев, 1985. 164 с.
5. Теплов Б. М. Психология музыкальных способностей. Избранные труды : в 2 т. Москва, 1985. Т. 1.
6. Ambrózová Jana. Analýza rytmického sprievodu v ľudových hudbách na Slovensku. *Musicologica Slovaca*. Bratislava, 2011. Ročník 2 (28). Č. 1. S. 73–107.
7. Ambrózová J. Aplikácia digitálnych technológií vo výskume tradičnej inštrumentálnej hudby na Slovensku. *Slovenský národopis*. Bratislava, 2018. N 66 (1). S. 29–55.
8. Bengtsson Ingmar, Gabrielsson Alf. Rhythm research in Uppsala. *Music room and acoustic* / publications issued by the Royal Swedish Academy of Music. Stockholm, 1977. No 17. P. 19–56.
9. Bengtsson Ingmar, Gabrielsson Alf. Methods for analyzing performance of musical rhythm. *Scandinavian Journal of Psychology*. 1980. N 21. P. 257–268.
10. Gabrielsson Alf, Bengtsson Ingmar, Gabrielsson Barbro. Performance of musical rhythm in 3/4 and 6/8 meter. *Scandinavian Journal of Psychology*. 1983. N 24. P. 193–213.
11. Johansson Mats. Interpreting micro-rhythmic structures in Norwegian traditional fiddle music. Paper to be presented at the conference Rhythm and Micro-rhythm: Investigating musical and cultural aspects of groove-oriented music, hosted by the project Rhythm in the Age of Digital Reproduction, September 22–24, University of Oslo, Norway. 2005. 13 p. URL : <http://www.hf.uio.no/imv/english/research/projects/rhythm/dok/mjohansson.pdf>.
12. Johansson Mats. Rhythm into Style: Studying Asymmetrical Grooves in Norwegian Folk Music. PhD thesis, Department of Musicology, The University of Oslo. 2009. 284 p. URL : <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2438130>.
13. Johansson M. Non-Isochronous Musical Meters: Towards a Multidimensional Model. *Ethnomusicology*. 2017. Vol. 61. N 1. P. 31–51.
14. Lerdahl Fred, Jackendoff Ray. Toward a Formal Theory of Tonal Music. *Journal of Music Theory*. 1977. Vol. 21. No 1. P. 111–171.
15. London J. Hearing in Time: Psychological Aspects of Musical Meter. Oxford University Press, 2004. 195 p.
16. London J., Polak R., Jacoby N. Rhythm histograms and musical meter: A corpus study of Malian percussion music. *Psychon. Bull.* 2017. Rev. 24. N 2. P. 474–480.
17. Polak R. Rhythmic feel as meter. Non-isochronous beat subdivision in jembe music from Mali. *Music Theory Online*. 2010. N 16 (4). 26 p. URL : <http://www.mtosmt.org/issues/mto.10.16.4/mto.10.16.4.polak.html>.
18. Povel Dirk-Jan, Okkerman Hans. Accents in equitone sequences. *Perception & Psychophysics*. 1981. N 30 (6). P. 565–572.
19. Repp Bruno H., Windsor W. Luke, Desain Peter. Effects of Tempo on the Timing of Simple Musical Rhythms. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. 2002. Vol. 19. No 4. P. 565–593.

ТЕОPIЯ

20. Stetson R. H. A motor theory of rhythm and discrete succession: I. *Psychological Review*. 1905. Vol. 12 (4). P. 250–270.
21. Stetson R. H. A motor theory of rhythm and discrete succession: II. *Psychological Review*. 1905. Vol. 12 (5). P. 293–350.
22. Tekman Hasan Gurkan. Perceptual integration of timing and intensity variations in the perception of musical accents. *The Journal of General Psychology*. 2002. N 129 (2). P. 181–191.
23. Todd Neil. A Model of Expressive Timing in Tonal Music. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. 1985. Vol. 3. No 1.
24. Woodrow H. Quantitative Study of Rhythm. *Arch. of Psychol.* 1909. N 14. P. 1–66.
25. URL : www.hf.uio.no/ritmo/english/projects/flagship-projects/time/index.html.

References

1. Eben A. (2017) *Dokaz bezsmertia. Podorozh neyrokhirurha u potoybichnyi svit* [Proof of Heaven: A Neurosurgeon' Journey into the Afterlife]. Kyiv.
2. Mazurenko A. (2017) *Stabilnost i mobilnost v structure pesennoy strofy ukrainskoy enticheskoy muzyki* [Stability and Mobility in the Structure of Song Stanzas of Ukrainian Ethnic Music]. *Tradycja ir dabartis (Tradition and Contemporarity)* (Academy of Arts. Klaipeda University), Vol. 12, pp. 95–104.
3. Mazurenko A. (2018) *Mikrointervalnye varianty stupeney kak regionalnaya osobennost ustroystva zvukoriada (na primere pesennoy traditsii Ukrainy)* [Micro-Interval Variants of Steps as a Regional Feature of Scale Structure (the Case of Ukrainian Ethnic Vocal Tradition)]. *Tradycja ir dabartis (Tradition and Contemporarity)* (Academy of Arts. Klaipeda University), Vol. 13, pp. 141–149.
4. Stoyanov P. (1985) *Moldavskiy melos i problemy muzykalnogo ritma* [Moldavian Melos and Problems of Musical Rhythm]. Chişinău, 164 pp.
5. Teplov B. (1985) *Psikhologiya muzykalnykh sposobnostey* [Psychology of Abilities for Music]. *Izbrannye trudy: v 2 t.* [Selected Works: in Two Volumes]. Moscow, Vol. 1.
6. Ambrózová J. (2011) *Analýza rytmického sprievodu v ľudových hudbách na Slovensku* [Analysis of Rhythmical Accompaniment in Traditional bands in Slovakia]. *Musicologica Slovaca*, roč. 2 (28), č. 1. Bratislava, Ročník 2 (28), S. 1, pp. 73–107.
7. Ambrózová J. (2018) *Aplikácia digitálnych technológií vo výskume tradičnej inštrumentálnej hudby na slovensku*. *Slovenský národopis*. Bratislava, 66 (1), pp. 29–55.
8. Bengtsson I., Gabrielsson A. (1977) *Rhythm research in Uppsala*. *Music room and acoustic* (publications issued by the Royal Swedish Academy of Music). Stockholm, No. 17, pp. 19–56.
9. Bengtsson I., Gabrielsson A. (1980) *Methods for analyzing performance of musical rhythm*. *Scandinavian Journal of Psychology*, 21, pp. 257–268.
10. Gabrielsson A., Bengtsson I., Gabrielsson B. (1983) *Performance of musical rhythm in 3/4 and 6/8 meter*. *Scandinavian Journal of Psychology*, 24, pp. 193–213.
11. Johansson M. (2005) *Interpreting micro-rhythmic structures in Norwegian traditional fiddle music (a paper to be presented at the conference Rhythm and Micro-rhythm: Investigating musical and cultural aspects of groove-oriented music, hosted by the project Rhythm in the Age of Digital Reproduction, September 22–24, University of Oslo, Norway, 13 pp.* URL: <http://www.hf.uio.no/imv/english/research/projects/rhythm/dok/mjohansson.pdf>.
12. Johansson M. (2009) *Rhythm into Style: Studying Asymmetrical Grooves in Norwegian Folk Music* (PhD thesis) (Department of Musicology, the University of Oslo), 284 pp. URL: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2438130>.
13. Johansson M. (2017) *Non-Isochronous Musical Meters: Towards a Multidimensional Model*. *Ethnomusicology*, 61, No. 1, pp. 31–51.
14. Lerdahl F., Jackendoff R. (1977) *Toward a Formal Theory of Tonal Music*. *Journal of Music Theory*, Vol. 21, No. 1, pp. 111–171.
15. London J. (2004) *Hearing in Time: Psychological Aspects of Musical Meter*. Oxford University Press, 195 pp.
16. London J., Polak R., Jacoby N. (2017) *Rhythm histograms and musical meter: A corpus study of Malian percussion music*. *Psychon. Bull*, Rev. 24 No. 2, pp. 474–480.
17. Polak R. (2010) *Rhythmic feel as meter. Non-isochronous beat subdivision in jembe music from Mali*. *Music Theory Online*, 16 (4), 26 pp. URL: <http://www.mtosmt.org/issues/mto.10.16.4/mto.10.16.4.polak.html>.
18. Povel D.-J., Okkerman H. (1981) *Accents in equitone sequences*. *Perception & Psychophysics*, 30 (6), pp. 565–572.
19. Repp B. H., Windsor W. L., Desain P. (2002) *Effects of Tempo on the Timing of Simple Musical Rhythms*. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 19, No. 4, pp. 565–593.
20. Stetson R. H. (1905) *A motor theory of rhythm and discrete succession: I*. *Psychological Review*, Vol. 12 (4), pp. 250–270.

ВОЛОДИМИР МАКСИМЮК, ІЛЛЯ ФЕТИСОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ
ЗВУКІВ РИТМІЧНОГО СУПРОВОДУ НА БАРАБАНИ НАГРАВАННЯ «УКРАЇНСЬКИЙ ГОПАК»

21. Stetson R. H. (1905) A motor theory of rhythm and discrete succession: II. *Psychological Review*, Vol. 12 (5), pp. 293–350.
22. Tekman H. G. (2002) Perceptual integration of timing and intensity variations in the perception of musical accents. *The Journal of General Psychology*, 129 (2), pp. 181–191.
23. Todd N. (1985) A Model of Expressive Timing in Tonal Music. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 3, No. 1.
24. Woodrow H. (1909) Quantitative Study of Rhythm. *Arch. of Psychol*, 14, pp. 1–66.
25. URL: www.hf.uio.no/ritmo/english/projects/flagship-projects/time/index.html.

SUMMARY

The article is dedicated to the description of the process and results of measuring of a strain of membrane of the drum with plates by strain gage in the context of musical execution in traditional Ukrainian dance Ukrainian Hopak tune in the authentic and secondary performances (<https://www.youtube.com/watch?v=HCwj8TsqibQ>). The main purpose of the investigation is to study the way the drum-players from various musical surroundings (authentic rural and secondary city), experience and age (authentic player was born in 1950, secondary revivalist one – in 1991) work with duration and intensity of stick blows during the musical execution. The drummers have used one and the same drum, connected to LMS SCADAS Mobile broad-band eight-channel system (Belgium). Authentic performer has played with the diatonic accordion accompaniment, the revivalist one has played with fiddle accompaniment. Both musicians (accordion player and fiddle player) have been the secondary city performers of traditional dance music.

Previous studies on the listener's perception of the duration and intensity of tones in the equitone sequences have shown that the intensity of the tones affects the perception of tone duration [20; 21; 24]. Furthermore, the duration can influence on the subjective perception of the tones accentuation. Loudness and duration can compete in the listener's mind for the determination of tones accentuation [18]. The perception of the tones duration and intension is true mainly in most cases when the tones intensity and time are changed in one direction [22].

Many works are dedicated to the real duration of rhythm units during the musical execution [4; 6; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 16; 17; 19], but the issue of the connection between the duration and intensity has not been investigated yet. The absence of real mechanisms to measure the sound loudness, which the musical performer hears is considered as the main problem in this field. Audio records, which are the main object of the research, do not provide real information about loudness. One should never forget that microphones record only air fluctuation. The strength of recorded waves depends on the distance to the microphone; minimum of sound pressing, that can be captured and the maximum of sound pressing, that microphone can record without compression, depends on the sensitiveness and dynamic range of microphone and so on.

The method we have used implies recording of changing patterns of drum's membrane strain with the help of LMS SCADAS Mobile system and analyzing them on PC with LMS Test.Xpress (3B version) software. The absence of a sound signal is the peculiarity of this method. LMS Test.Xpress software is creating Excel tabs with data about the power of strain in different moments. This software is peculiar for its necessity to download fragments not longer, than 20 s.

The process of searching for the moment of dealing a blow in this tab is quite simple. We have used data with precision to the third symbol after the comma for the duration. The duration of 8-th note values is around 0,2 s, the duration of 4-th note values is around 0,4 s.

The graphs of duration and intensity of beats are created manually in Origin software, based on the collected data.

Consequently, we can observe (pic. 1, 3 and 4) that both drum-players use the intensity increase during four measures with meter 4/4 (which comprises one part of tune; the hierarchy

ТЕОPIЯ

of accents here differs from the classical music – the strongest note here is the fourth 4-th). Authentic village player (pic. 4) starts to grow the intensity faster, than the secondary city player (pic. 1 and 3), also he reaches a high point of intensity faster, than revivalist player. City player also increases intensity during the fourth measure, whereas authentic player keeps high level of intensity for main blows of fourth measure (in this measure he plays mainly rhythm 3+3+2 (in 8-th) and accents each first 8-th of each segment). Different approach to the wave of intensity structure can generate the lower level of beat intensity (compared to an authentic player), that city player has (compare, for example, pic. 1 (revivalist player) and pic. 2 (authentic player)). Also it can be a result of using mainly the 4-th notes during the execution. It can be observed (pic. 3), when the city drummer uses two 8-th notes, the intensity of the next 4-th note is increased rapidly and looks similar to the one by authentic drummer (pic. 2, 4 and 5) – the 8-th notes have become a spring-board for high intensity of the 4-th note.

In authentic drummer's performance, we can note that the intensity of beat usage is a way to keep or create (because authentic drummer doesn't know notes and doesn't count the length of the long beat by short beats) duration of long beats – the intensity and duration of long beat (4-th), that appears after short beats (8-th), mainly grow up proportionally to each other (pic. 5). These occasions have good correlation with results of H. Tekman experiments, which have shown that classification [by listeners. – I. F.] should be easier if intensity accents are paired with timing accent [22, p. 184]. Therefore, in these cases, syncretism of duration and intensity for authentic player can be discussed.

But in patterns, also performed by the authentic drummer, in each fourth measure where there is a rhythmical group 3+3+2, we can find cases, when the intensity and duration diverge to different sides – intensity increases but duration decreases. These phenomena we find for fourth 8-th (first 8-th of second «3»). For this 8-th the drummer does a strong accent all the time, so the graph of intensity of this rhythmical group resembles a crown shape every time (pic. 6). But duration of this 8-th is mostly less than the duration of the third and the fifth 8-th or decreases a little, which means that the performer is able to divide perception of duration from perception of intensity.

The divergence between the intensity and duration can be also found in patterns, when the highest point of intensity follows the high point of duration (pic. 7).

For the authentic drummer, the number of beats, in which the intensity and duration diverge, predominates over the number of beats, in which the intensity and duration varies in a correlated manner. As for the revivalist drummer, the opposite situation can be observed. It can be assumed that the interaction between the intensity and duration of notes (not only blows) during the musical performance influences on our perception of the character of music. Execution by authentic drummer sounded more energetic.

Hence, it can be affirmed, that H. Tekman's conclusion, that time and intensity accents are not processed by completely independent channels [22, p. 181] is relevant for listeners, but it may work in another rules of perception for music performers, because the best of them can process information from duration channel and intensity channel separately. It can be affirmed, that throughout musical performance, the performers have another, slower feeling of time, similar to the one people have in the moments of danger.

Using LMS SCADAS Mobile system for the investigation of rhythm in live performances with different kinds of drums is the best way for this moment and gives a lot of information about interaction between intensity and duration of beats.

Keywords: intensity, duration, LMS-analyzer, strain gage measurement, musical execution, music perception.