

УДК 681.841(4):654.19

DOI: 10.31866/2617-2674.2.2018.151811

Анатолій Ананьєв,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9005-3135>

кандидат технічних наук,

Київський національний університет

культури і мистецтв,

Київ, Україна

e-mail: ananievab@ukr.net

Ігор Барба,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1707-3244>

професор кафедри кіно-, телемистецтва

факультету кіно і телебачення,

Київський національний університет

культури і мистецтв,

заслужений діяч мистецтв України,

Київ, Україна

e-mail: igorbarba1@gmail.com

Серафим Желєзняк,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9430-0527>

аспірант,

Київський національний університет

культури і мистецтв,

Київ, Україна

e-mail: tritonische@gmail.com

ПРОБЛЕМАТИКА І ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗВУКОВОГО СТАНДАРТУ R128

Мета дослідження – виявити сутність Стандарту R128, проблематику його впровадження на українському та європейському телебаченні й радіомовленні загалом, розкрити подальші можливості його розвитку. **Методологія дослідження.** Для виконання поставленої мети було застосовано наступні методи: аналізу – для вивчення та критичного опису окремих складників звукового стандарту, висвітлення їхнього підґрунтя та сторін, що потребують особливої уваги зі сторони звукових спеціалістів; аналітичний метод – звернення до різних галузей знань (фізики, зокрема, психоакустики, а також математики, програмування, звукорежисерської практики) для найбільш повного висвітлення предмету статті; синхронний метод – порівняльний зріз сучасної практики стандартизації вимірювань гучності програм на телебаченні й радіомовленні та окреслення на цій основі перспектив розвитку зазначеного європейського стандарту. **Наукова новизна.** У вітчизняній науці вперше ґрунтовно вивчається проблематика впровадження європейського звукового стандарту R128 для теле-, радіомовлення, особливості його алгоритмів, їх зв'язок із людським сприйняттям звуку, що проявляється у деяких подібностях з механізмами людського організму та у деяких розбіжностях, обумовленість особливостей роботи предмету дослідження

характеристиками сучасних цифрових систем; по-новому оцінюються значення європейського стандарту R128 в сучасному телебаченні й радіо та перспективи використання в звукорежисерській практиці. **Висновки.** У статті розкриваються особливості функціонування європейського стандарту вимірювання середнього рівня звуку для телебачення й радіомовлення, засновані на людському сприйнятті звуку, в роботі виявляється проблематика впровадження стандарту R128 на європейських та українських телеканалах, зокрема, розкриваються певні виклики в процесі створення телепрограм, що з'являються через його впровадження, аналізуються перспективи розвитку стандарту.

Ключові слова: *гучність телепрограми, звукорежисура, стандарт R128, EBU, Loudness Units, LUFS.*

Анатолій Ананьєв, кандидат технических наук, Киевский национальный университет культуры и искусств, Киев, Украина

Игорь Барба, профессор кафедры кино-, телеискусства факультета кино и телевидения, Киевский национальный университет культуры и искусств, заслуженный деятель искусств Украины, Киев, Украина

Серафим Железняк, аспирант, Киевский национальный университет культуры и искусств, Киев, Украина

Проблематика и перспективы внедрения европейского звукового стандарта R128

Цель исследования – выявить сущность стандарта R128, проблематику его внедрения на украинском и европейском телевидении в целом, раскрыть дальнейшие возможности его развития. **Методология исследования.** Для выполнения поставленной цели были использованы следующие методы: анализа – для изучения и критического описания отдельных частей звукового стандарта, освещения их основ и сторон, которые требуют особого внимания со стороны звуковых специалистов; аналитический метод – обращение к различным отраслям знаний (физике, в частности, психоакустике, математике, программированию, звукорежиссерской практике) для наиболее полного освещения предмета статьи; синхронный метод – сравнительный анализ современной практики стандартизации измерений громкости программ на телевидении и радиовещании и определение на этой основе перспектив развития указанного европейского стандарта. **Научная новизна.** В отечественной науке впервые основательно изучается проблематика внедрения европейского звукового стандарта R128 для теле-, радиовещания, особенности его алгоритмов, их связь с человеческим восприятием звука, которая проявляется в некоторых сходствах с механизмами человеческого организма и в некоторых различиях, обусловленность особенностей работы предмета исследования характеристиками современных цифровых систем; по новому оценивается значение европейского стандарта R128 в современном телевидении и радио и перспективы использования в звукорежиссерской практике. **Выводы.** В статье раскрываются особенности функционирования европейского стандарта измерения среднего уровня звука для телевидения и радиовещания, основанные на человеческом восприятии звука, в работе выявляется проблематика внедрения стандарта R128 на европейских и украинских телеканалах, в частности, раскрываются определенные вызовы в процессе создания телепрограмм, которые появляются из-за его внедрения, анализируются перспективы развития стандарта.

Ключевые слова: *громкость телепрограммы, звукорежисура, стандарт R128, EBU, Loudness Units, LUFS.*

Anatolii Ananiev, Ph.D. in Technical Sciences, Kyiv National University of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine

Ihor Barba, Professor of the Department of Cinema and Television Arts of the Faculty of Film and Television, Kyiv National University of Culture and Arts, Honored Art Worker of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Serafym Zheliezniak, Postgraduate Student, Kyiv National University of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine

Problems and prospects of introduction of the European sound standard R128

The main purpose of the article is to identify the essence of the R128 Standard, the issues of its implementation on the Ukrainian and European television in general, to reveal the further possibilities for its development. **Research methodology.** To accomplish this goal, the following methods have been used: analysis is for studying and critical description of the individual components of the sound standard, coverage of their background and parties requiring special attention from the part of sound specialists; analytical method – appeal to various branches of knowledge (physics, in particular, psychoacoustics, as well as mathematics, programming, sound engineer practice) for the most complete coverage of the subject of the article; the synchronous method is a comparative cut of the modern practice of standardizing the measurements of the volume of programs on television and radio broadcasting and outlines on this basis the prospects for the development of the specified European standard. **Scientific novelty.** For the first time in domestic science the problems of the European sound standard R128 introduction for television, broadcasting, peculiarities of its algorithms, their connection with human perception of sound, which manifests itself in some inconsistencies with mechanisms of the human organism and in some differences, the conditionality of the particulars of the research subject characteristics of modern digital systems; the value of the European standard R128 in modern television and radio is evaluated in a new way and the prospect of using it in the sound engineer's practice. **Results and conclusions.** The article reveals the peculiarities of the functioning of the European standard for the measurement of the average sound level for television and radio based on human perception of sound; the problem of the introduction of the R128 standard on the European and Ukrainian TV channels is revealed, in particular, certain challenges are revealed in the process of creating television programs appearing through its implementation, prospects of development of the standard are analyzed.

Key words: *volume of the TV program, sound engineering, standard R128, EBU, Loudness Units, LUFS.*

Вступ. Після оприлюднення стандарту R128, в якому рекомендовано нормувати середній рівень програми та інші звукові показники для уникнення різких змін гучності між різними телеканалами і між передачами в середині одного каналу чи радіостанції, що мало б покращити процес прослуховування та перегляду теле-, радіопередач. Європейські мовні організації почали активно використовувати цей стандарт, і зараз професійні телеканали привели у відповідність звукові фонограми до вимог R128. Серед українських звукорежисерів європейські рекомендації не надто поширені, проте останнім часом відбуваються деякі зрушення. Актуальність цієї роботи обґрунтовується поступовим поширенням стандарту R128 в Україні, трансформаційними процесами, пов'язаними з рекомендаціями щодо нормування гучності програми на європейському телебаченні, тому постає потреба в детальному розгляді цього питання та окремих його аспектів, що допоможе звуковим спеціалістам у роботі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, у 2011 р. Європейський мовний союз (EBU) запровадив та видав нові рекомендації для нормування середньої гучності теле-, радіопрограм. Зазначеною організацією разом з ITU-R було видано 5 документів, що визначали функціонування нового стандарту: TECH 3341 "Loudness Metering: 'EBU Mode' metering to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R128" (Вимірювання гучності: Вимірювання в «Режимі EBU» на додаток до нормалізації гучності у відповідності до EBU R128), випуск від серпня 2011 р.; TECH 3342 "Loudness Range: A measure to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R128" (Діапазон гучності: Вимірювання на додаток до нормалізації гучності відповідно до EBU R128) випуск від серпня 2011р.; TECH 3343 "Practical guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R128" (Практичний посібник з реалізації та впровадження відповідно до EBU R128), випуск від серпня 2011 р.; TECH 3344 "Practical guidelines for distribution systems in accordance with EBU R128" (Практичні вказівки для систем поширення відповідно до EBU R128), випуск від жовтня 2011 р.; Recommendation ITU-R BS.1770-3 "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audiolevel" (Алгоритми вимірювання гучності звукових програм та істинного пікового рівня звукового сигналу), випуск від серпня 2012 р. Проте основні положення R128 було викладено у "Loudness normalisation and permitted maximum level of audiosignals" (Нормалізація гучності й максимально допустимий рівень аудіосигналів), випуск від серпня 2011 р., також доступна версія, перевірена у 2014 р. (European Broadcasting Union, 2014), як і для інших документів (EBU, 2011, 2016a, 2016b; International Telecommunication Union, 2017). Варто зазначити, що до сих пір немає українських наукових публікацій, що були б присвячені проблематиці запровадження стандарту R128 на телебаченні й радіомовленні.

Постановка проблеми. Стаття ставить на меті розкрити основні характеристики Стандарту R128, проблематику його застосування на українському та європейському телебаченні загалом, вказати подальші можливості, пов'язані з його використанням.

Завдання дослідження:

- охарактеризувати особливості роботи стандарту EBU R128 згідно з людським сприйняттям звуку;
- проаналізувати процес впровадження нових вимог до вимірювання звуку на українському та європейському телебаченні й радіо;
- окреслити можливі напрями подальших наукових досліджень на розвитку описаного стандарту.

Виклад основного матеріалу. Стандарт R128 припускає контроль трьох характеристик у процесі запису або мовлення:

1. Programme Loudness (Гучність програми)
2. Loudness Range (Діапазон гучності)
3. Maximum True Peak Level (Максимальний рівень реальних пікових значень) (EBU, 2014, р.4).

Обчислення гучності програми здійснюється підрахунком середньої потужності сигналу на інтервалі оцінювання, який у різних режимах виміру може ухвалювати значення:

I – інтегральна гучність у межах усієї програми;

S – короткочасна гучність, вимірювана на інтервалах в 3 сек;

M – миттєва гучність, вимірювана у «вікнах» тривалістю 400 мсек, що перекриваються (EBU, 2014, р.4; ITU, 2017).

Ці величини завжди доступні для контролю над динамікою зміни гучності.

Зауважимо, що обрані значення відповідають психофізичним показникам слуху людини. Сигнали тривалістю близько 300 мсек можуть бути цілком ідентифіковані в тому сенсі, що слухач на рефлекторному рівні усвідомлює, що він чує і як чує. Зокрема, люди з музичним слухом можуть заспівати почуту ноту такої тривалості, а з абсолютним слухом і назвати її. Саме цю величину (в деяких країнах 400 мсек) вказували в якості інтервалу інерції для аудіовимірювальних приладів.

Останній зі згаданих раніше контрольованих параметрів має назву Maximum True Peak Level (Максимальний Рівень Реальних Пікових значень). Вимірювач максимумів «реальних» піків цифрового сигналу виконує передискретизацію (oversampling) цього сигналу з коефіцієнтом 4 й подальшу побудову відсутніх значень шляхом їх інтерполяції за наявною вибіркою.

Для пояснення того, що відбувається в такому вимірювачі, на рис. 1, 2, 3 показана послідовність змін, що відбуваються із сигналом.

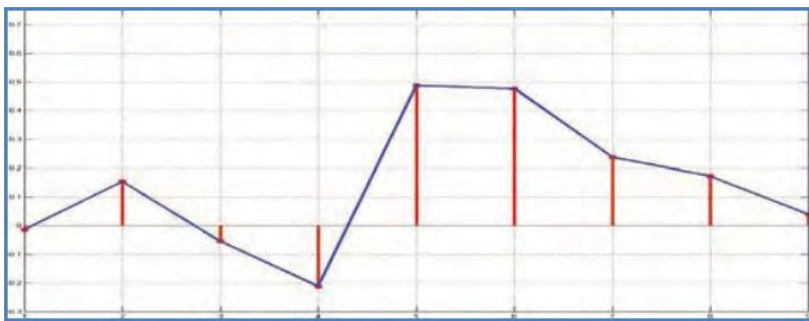


Рис. 1. Фрагмент .wav-файлу з частотою дискретизації 22050 Гц.

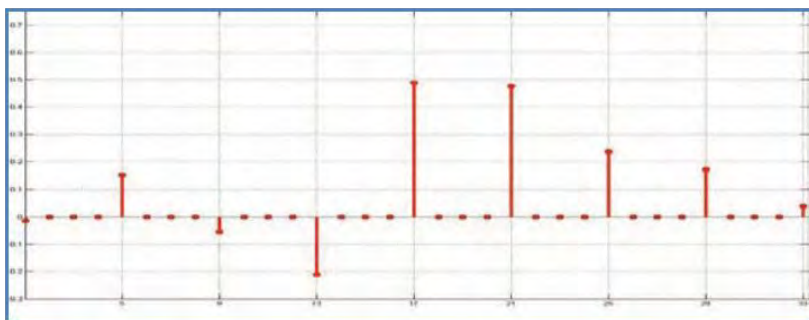


Рис. 2. Та ж вибірка, передискретизована до 88200 Гц.

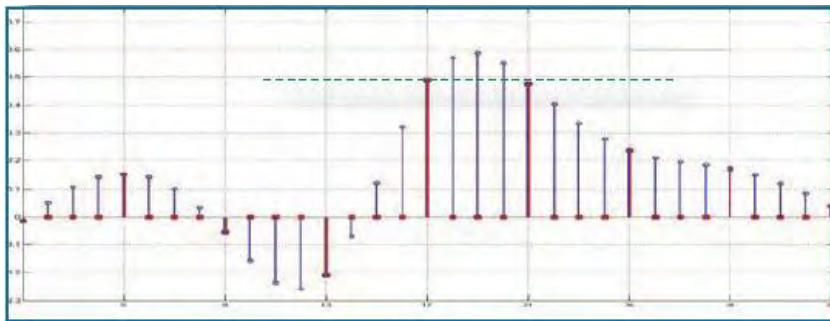


Рис. 3. Підсумковий результат інтерполяції.

На рис. 1 показаний короткий фрагмент wav-файлу, що містить відрізок білого шуму з частотою дискретизації 22050 Гц. Рис. 2 зображує ту ж вибірку, передискретизовану (oversampling) з коефіцієнтом 4 до 88200 Гц. На рис. 3 наведено підсумковий результат інтерполяції, виконаної в пакеті MATLAB оператором `interp` з фільтром низьких частот, котрий встановлено в пакеті за замовчуванням. Як видно, інтерпольована послідовність містить відліки, що помітно перевищують вихідні цифрові дані. Враховуючи, що матеріал для моделювання не підбирався спеціально, ймовірно на практиці можуть зустрітись і більш виразні в цьому сенсі ситуації.

Серед причин, що призвели до необхідності уточнення можливих пікових послідовностей в сигналі, називають той факт, що один і той же матеріал, дискретизований в різних ситуаціях несфазованими тактовими послідовностями може, в принципі, влучити відліком на значення більше, ніж показував неточний вимірювач піків. В цьому випадку, на відміну від аналогових видів обробки, цифрова система жорстко відсіче перевищення допустимого значення, що майже напевно спричинить появу неприємних слухових артефактів, про що також зазначається в документації ITU-R (ITU-R, pp.18-21).

Стандарт R128 нормує тільки інтегральну гучність усієї телепрограми, яка повинна дорівнювати -23LUFS (Loudness Units relative to Full Scale). Для прямих ефірів допускається відхилення на 1LUFS , а для програм, що йдуть у запису – на $0,5\text{LUFS}$. У процесі запису звукорежисер контролює Loudness Range і Maximum True Peak, який не повинен перевищувати -1LUFS (EBU, 2018, p.4).

Треба сказати, що впровадження рекомендацій R128 інколи викликає незадоволення глядачів. Так в Англії багато людей скаржились, що звук став дуже «кінематографічним», з великим динамічним діапазоном і це робило перегляд телевізійних програм в домашніх умовах некомфортним, що зазначається у роботах М. Торнтон «Digital Production Partnership (з англ. – Партнерство з цифрового виробництва) оновило трансляційні характеристики – що це означає?», «Чи стають мікси на телебаченні занадто кінематографічними?» та ін. (Thornton, 2017). Тому в Англії почали нормувати не тільки інтегральну гучність, а також динамічний діапазон (Loudness Range дорівнює 18LU , а Loudness Range діалогів дорівнює 6LU). Щоб текст став більш розбірливим, вони також нормують динамічний діапазон між діалогами

і фоновими шумами – 4LU (Digital Production Partnership, 2017; Thornton, 2017). Тут, правда, виникає питання, як бути, коли записується чистовий звук в зашумлених місцях, а таке нерідко трапляється в документальному кіно.

Також інша організація AES (Audio Engineering Society, з англ. – Аудіоінженерна спілка) розробила свій документ, в якому описується нормування гучності для аудіопотоків, що має назву “Technical Document AES TD1004.1.15-10. Recommendation for Loudness of Audio Streaming and Network File Playback” – «Технічний документ AES TD1004.1.15-10. Рекомендації щодо гучності потокового аудіо та відтворення мережевих файлів» (Audio Engineering Society, 2015). В документі використовується та ж сама термінологія, що і для стандарту R128, проте тут рекомендуються трохи інші параметри для гучності програми (а точніше потоку): середній рівень потоку (Target Loudness – цільова гучність, аналог Programme Loudness у R128) не встановлюється, а лише рекомендується, аби він не перевищував -16LUFS та не був нижчим за -20LUFS ; Maximum Short-term Loudness (гучність, що вимірюється на проміжках в 3 сек) для коротких форм програм із тривалістю до 60 сек не має перевищувати Цільову Гучність потоку більш, ніж на 5LU для збереження відповідності з гучністю інших програм; максимальні піки не мають перевищувати -1dBTP (що збігається зі стандартом R128) (AES, 2015, pp.1-3). Такі високі значення Цільової Гучності порівняно з -23LUFS для телебачення автори документа пояснюють недостатнім підсиленням для навушників у мобільних пристроях.

Сьогодні на деяких українських телевізійних каналах намагаються впровадити стандарт R128. При цьому разом з нормуванням інтегральної гучності (-23LUFS), на каналах вимагають дотримання максимального пікового рівня сигналу -9dBFS (на деяких каналах це може бути і -18LUFS , або -12LUFS). Це призводить до того, що для кожного телевізійного каналу треба робити своє окреме зведення звуку. Єдиного державного стандарту запису звуку в нашій країні досі немає. Пояснюють це тим, що в нас дотепер збереглося аналогове телебачення. У результаті реклама й проморолики продовжують звучати голосніше основної продукції каналу. Гучність на телеканалах суттєво різниться, а продюсери нерідко вважають, що чим голосніше, тем краще.

Отже, така ситуація дає зрозуміти, що Стандарт R128 – не панацея, він також має свої недоліки, що стають помітними в процесі роботи звукорежисерів у різних країнах. Нормування рівнів гучності (а точніше рівнів запису звуку) – складне питання, яке потребує подальшого розгляду, а тому не складно припустити, що вимоги до характеристик саундтреків для мовлення будуть вдосконалюватися.

Свою місію ми побачили в тому, щоб роз'яснити і проілюструвати деякі сторони алгоритмів, можливо неочевидні для фахівців з власне телекомунікаційних завдань. Ми не хотіли, щоб люди, які будуть мати відношення до цього стандарту, говорили, що тут зроблено так, тому що так треба. Прийняття та впровадження стандарту R128 має привести до припинення «Війни гучностей» між окремими частинами телевізійного контенту як

всередині одного телеканалу, так і між каналами. Це, безумовно, вплине на підвищення комфорту для слухачів, які зможуть стабілізувати гучність передачі загалом на зручному для себе рівні. Зрозуміло, що постійною адресною аудиторією для цієї праці, як і всіх інших наших робіт, є наші студенти, яким доведеться мати з цим стандартом справу.

Наукова новизна. Стаття вперше ґрунтовно висвітлює проблематику впровадження європейського звукового стандарту R128 для теле-, радіомовлення. У праці порушені питання особливості його алгоритмів, їх зв'язок із сприйняттям звуку реципієнтом, який має як і спільні риси з механізмом безпосереднього сприйняття звуку людським організмом, так і відмінності. Особливої уваги заслуговує обумовленість особливостей роботи предмету дослідження характеристиками сучасних цифрових систем. У статті відбувається переоцінка значення європейського стандарту R128 для сучасного телебачення та радіо, окреслюється перспектива використання в звукорежисерській практиці.

Висновки. У статті розкриваються особливості функціонування європейського стандарту вимірювання середнього рівня звуку для телебачення й радіомовлення, засновані на людському сприйнятті звуку. Детально осмислюється проблематика запровадження стандарту R128 на європейських та українських телеканалах. Зокрема, осмислюються певні виклики в процесі створення телепрограм, що з'являються через його впровадження. Проведено аналіз перспективи розвитку стандарту та його застосування в умовах вітчизняного телеринку.

Список посилань

AES, 2015. *Technical Document AES TD1004.1.15-10. Recommendation for Loudness of Audio Streaming and Network File Playback: Version 1.0: 19 October*. Available at: <http://www.aes.org/technical/documents/AESTD1004_1_15_10.pdf> [Accessed 08 October 2018].

Digital Production Partnership, 2015. *Technical specification for the delivery of Live television programmes*. Available at: <https://cdn.digitalproductionpartnership.co.uk/wp-content/uploads/2017/03/ProgrammeDeliverySpecificationLive_DPPGeneric.pdf> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2011. *EBU – Tech 3343. Practical guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128: Supplementary information for EBU R 128; Status: Version 2.0*. [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3343-v2.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2014. *R 128. Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals*. [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/r/r128.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2016a. *Tech 3341. Loudness metering: 'EBU mode' metering to supplement EBU R 128 loudness normalization: supplementary information for R 128; version 3.0*. [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3341.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2016b. *Tech 3342. Loudness range: a measure to supplement EBU R 128 loudness normalization: supplementary information for R 128; version 3.0.* [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3342.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

ITU-R, 2017. *Recommendation BS.1770-4 (10/2015): Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level.* Approved in 2015-10-14. [pdf] Geneva. Available at: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-4-201510-I!!PDF-E.pdf> [Accessed 08 October 2018].

Thornton, M., 2017. *Digital Production Partnership Update Broadcast Delivery Specs – What Does It Mean?* Available at: <<https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2017/3/9/digital-production-partnership-update-broadcast-delivery-specs>> [Accessed 08 October 2018].

References

AES, 2015. *Technical Document AES TD1004.1.15-10. Recommendation for Loudness of Audio Streaming and Network File Playback: Version 1.0: 19 October.* Available at: <http://www.aes.org/technical/documents/AESTD1004_1_15_10.pdf> [Accessed 08 October 2018].

Digital Production Partnership, 2015. *Technical specification for the delivery of Live television programmes.* Available at: <https://cdn.digitalproductionpartnership.co.uk/wp-content/uploads/2017/03/ProgrammeDeliverySpecificationLive_DPPGeneric.pdf> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2011. *EBU – Tech 3343. Practical guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128: Supplementary information for EBU R 128; Status: Version 2.0.* [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3343-v2.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2014. *R 128. Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals.* [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/r/r128.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2016a. *Tech 3341. Loudness metering: 'EBU mode' metering to supplement EBU R 128 loudness normalization: supplementary information for R 128; version 3.0.* [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3341.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

European Broadcasting Union, 2016b. *Tech 3342. Loudness range: a measure to supplement EBU R 128 loudness normalization: supplementary information for R 128; version 3.0.* [pdf] Geneva. Available at: <<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3342.pdf>> [Accessed 08 October 2018].

ITU-R, 2017. *Recommendation BS.1770-4 (10/2015): Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level.* Approved in 2015-10-14. [pdf] Geneva. Available at: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-4-201510-I!!PDF-E.pdf> [Accessed 08 October 2018].

Thornton, M., 2017. *Digital Production Partnership Update Broadcast Delivery Specs – What Does It Mean?* Available at: <<https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2017/3/9/digital-production-partnership-update-broadcast-delivery-specs>> [Accessed 08 October 2018].

© Ананьєв А., 2018

© Барба І., 2018

© Желєзняк С., 2018

Стаття надійшла до редакції 08.10.2018