МУЗИЧНЕ МИСТЕЦТВО

УДК 784.1:781.22:784.9
DOI https://doi.org/10.24919/2308-4863/104-32

Сергій ВАВРИЩУК,
orcid.org/0000-0002-8875-1444
доктор мистецтва,
доцент кафедри музичного мистецтва
Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв
(Київ, Україна) sergmarvel@gmail.com

ТОЧНІСТЬ ІНТОНАЦІЇ ТА ЧИННИКИ ЇЇ ФОРМУВАННЯ У ВОКАЛЬНО-АНСАМБЛЕВІЙ ПРАКТИЦІ

У статті здійснено комплексний аналіз проблеми інтонаційної точності у вокально-ансамблевій практиці як багатовимірного психоакустичного, когнітивного та виконавського явища. Інтонацію розглянуто як складну акустико-психологічну систему, що формується в процесі колективного співу та ґрунтується на взаємодії слухового контролю, вокальної координації та темброво-динамічної адаптації співаків в процесі ансамблевого співу. Особливу увагу приділено специфіці інтонування у співі a cappella, де відсутність інструментальної опори суттєво підвищує вимоги до слухової стабільності, ладогармонічного відчуття та внутрішніх висотних орієнтирів виконавців.

На основі аналізу сучасних наукових досліджень у галузях музичної акустики, психології музичного сприйняття та вокальної педагогіки узагальнено основні механізми формування інтонаційної точності та окреслено причини виникнення інтонаційних похибок у ансамблевому співі, зокрема феномен поступового відхилення строю (intonation drift). Визначено роль фізіологічних (функціонування голосового апарату, дихальна система, нейром'язова координація), психоакустичних (сприйняття висоти тону, тембр, спектральна структура звуку, слухова адаптація), когнітивних (музичне мислення, слухова увага, внутрішній слух, висотна пам'ять) та виконавських чинників (рівень вокальної підготовки, вміння слухати партнерів вокального ансамблю, узгодження вимови, контроль динаміки) у забезпеченні стабільності інтонування та ансамблевої злагодженості.

Значну увагу приділено практичному аспекту дослідження. На основі власного педагогічного досвіду роботи зі студентським вокальним ансамблем запропоновано декілька вправ, спрямованих на розвиток внутрішнього слуху, слухової уваги, інтервального мислення, гармонічної стабільності та тембрової однорідності звучання. Запропоновану методику структуровано за трирівневою моделлю організації навчального процесу, що передбачає поступовий перехід від усвідомленого слухового налаштування окремих звуків до складних форм ансамблевої інтонаційної координації в умовах змінної гармонічної та ритмічної організації. Матеріали статті мають практичну цінність для хормейстерів, викладачів вокального ансамблю та виконавців.

Ключові слова: *інтонаційна точність, вокальний ансамбль, ансамблевий стрій, a cappella, слухова координація, внутрішній слух.*

Serhii VAVRYSHCHUK,
orcid.org/0000-0002-8875-1444
Doctor of Arts,
Associate Professor at the Department of Musical Arts
National Academy of Culture and Arts Management
(Kyiv, Ukraine) sergmarvel@gmail.com

INTONATION ACCURACY AND FACTORS INFLUENCING ITS FORMATION IN VOCAL-ENSEMBLE PRACTICE

The article provides a comprehensive analysis of intonation accuracy in vocal ensemble practice as a multidimensional psychoacoustic, cognitive, and performance phenomenon. Intonation is considered as a complex acoustic and psychological system formed in collective singing and based on the interplay of auditory control, vocal coordination, and timbre-dynamic adaptation of singers during ensemble singing. Particular attention is paid to the specifics of intonation in a cappella singing, where the absence of instrumental support significantly increases the demands on auditory stability, modal-harmonic perception, and internal pitch references of performers.

Based on the analysis of modern scientific research in musical acoustics, psychology of music perception, and vocal pedagogy, the main mechanisms of intonation accuracy formation are summarized, and the causes of intonation errors

in ensemble singing are outlined, including the phenomenon of gradual pitch shift (intonation drift). The study identifies the role of physiological (vocal apparatus functioning, respiratory system, neuromuscular coordination), psychoacoustic (pitch perception, timbre, spectral structure of sound, auditory adaptation), cognitive (musical thinking, auditory attention, inner hearing, pitch memory), and performance factors (vocal training level, ability to listen to ensemble partners, pronunciation alignment, dynamic control) in ensuring intonation stability and ensemble cohesion.

Significant attention is paid to the practical aspect of the research. Drawing on personal pedagogical experience in working with a student vocal ensemble, several exercises are proposed to develop inner hearing, auditory attention, interval thinking, harmonic stability, and timbre homogeneity. The proposed methodology is structured according to a three-level model of the educational process organization, involving a gradual transition from conscious auditory tuning of individual tones to complex forms of ensemble intonation coordination in a variable harmonic and rhythmic context. The materials of the article are of practical value for choir directors, vocal ensemble teachers, and performers.

Key words: *intonation accuracy, vocal ensemble, ensemble tuning, a cappella, auditory coordination, inner hearing.*

Постановка проблеми. Інтонаційна точність є фундаментальною характеристикою вокального виконавства та одним із головних критеріїв професійної майстерності співаків. У вокально-ансамблевій практиці проблема чистоти інтонування набуває особливої складності, оскільки кожен виконавець повинен не лише точно відтворювати задану висоту тону, а й постійно співвідносити власну інтонацію із загальним звучанням колективу, досягаючи гармонічного узгодження та тембрової злагодженості. Людський голос, на відміну від музичних інструментів із фіксованою висотою звуку, характеризується високою варіативністю, що зумовлює значну гнучкість і водночас нестабільність інтонування. Точність інтонації у вокально-ансамблевому виконанні визначається комплексом чинників, серед яких виділяємо: фізіологічні, психоакустичні, когнітивні та виконавські. Детальний аналіз наведених чинників подано у викладі основного матеріалу статті. Виконавська практика показує, що навіть незначні інтонаційні відхилення окремих учасників можуть призводити до порушення гармонічної рівноваги, втрати акустичної злагодженості та зниження художньої якості виконання.

Особливо актуальною є проблема поступового відхилення загального строю під час виконання твору. Це явище, яке в англомовній літературі позначається як **intonation drift**, спостерігається у хорових колективах, малих вокальних ансамблях, а також у сольному акапельному співі. Незважаючи на поширеність явища у практиці, комплексні механізми формування інтонаційної точності та чинники її порушення залишаються недостатньо дослідженими в українському музикознавстві. Таким чином, вважаємо за доцільне здійснити систематичне наукове вивчення згаданих чинників, а також запропонувати ефективні педагогічні підходи для їх удосконалення. Саме це визначає **актуальність** та **практичну цінність** даного дослідження.

Аналіз досліджень. Систематичне наукове вивчення інтонації у співі стало можливим лише після розвитку інструментальних методів аналізу висоти тону. Перші експериментальні дослідження у цій галузі здійснив К. Сішор (Seashore, 1914). У своїй праці він описав принципи дії та можливості застосування тоноскопа – приладу для точного вимірювання частоти коливань звуку, заклавши підґрунтя психоакустичного підходу для дослідження вокальної інтонації. Подальший розвиток цифрових технологій сприяв появі точних алгоритмів визначення основної частоти тону (Schroeder, 1968), що значно розширило можливості дослідження інтонаційної точності співу.

Проблему поступового відхилення загального строю в ансамблевому співі досліджували Х. Терасава (Terasava, 2004), Д. Говард (Howard, 2007), Дж. Сітон (Seaton, 2019). Результати їхніх досліджень свідчать про систематичну тенденцію до зниження тонального строю у процесі тривалого співу без інструментального супроводу.

В українському музикознавстві також існують дослідження, що висвітлюють аспекти інтонаційної точності в колективному співі. У статті А. Патер (Патер, 2020), присвяченій стандарту хорового звучання в інтерпретації української сакральної музики, розглядається питання досягнення цілісного ансамблевого звучання й артикуляційноінтонаційних компонентів у виконанні, що частково стосується проблем інтонаційного узгодження. У статті А. Кифенко та Т. Романової (Кифаренко та ін., 2023) «До проблеми інтонування у студентському хоровому колективі» досліджуються фактори, що впливають на точність інтонації в студентських хорових колективах. Авторки розкривають категорію «музичний слух» та доводять, що формування вокального та інтонаційного слуху є ключовою для чистоти інтонування. Водночас в українській музикознавчій та педагогічній літературі відсутні систематизовані дослідження комплексних чинників інтонаційної точності у вокально-ансамблевій практиці.

Мета статті полягає у виявленні закономірностей формування інтонаційної точності у

вокально-ансамблевій практиці, аналізі механізмів її порушення та апробації педагогічних методів, спрямованих на підвищення стабільності строю, ансамблевої злагодженості й художньої якості колективного виконання.

Виклад основного матеріалу. Інтонація у вокальному колективі є складною системою, у якій поєднуються горизонтальний (мелодичний) і вертикальний (гармонічний) компоненти строю. Горизонтальний аспект передбачає точність у побудові інтервалів та мелодичних ліній, тоді як вертикальний – гармонічне узгодження звуків, що звучать одночасно. Формування точної інтонації є результатом складної взаємодії між слуховим аналізатором, центральною нервовою системою та вокальним апаратом: з одного боку, співак сприймає висоту звуку як акустичний сигнал, а з іншого – керує м'язовими рухами, що формують відповідну частоту коливань голосових зв'язок. Згідно з психоакустичними дослідженнями, сприйняття висоти тону не є абсолютно точним і залежить від спектрального складу звуку, його гучності, тембру та контексту (Terhardt, 1974). В умовах ансамблевого виконання ці чинники ускладнюються впливом багатоголосної фактури, акустичних властивостей приміщення та особливостями загальної взаємодії голосів в процесі співу. Це пояснює, чому навіть досвідчені співаки можуть демонструвати варіативність інтонації.

В процесі вокально-ансамблевої практики зі студентським колективом нами було виділено окремі чинники, які формують точну інтонацію. Серед таких виділимо: **фізіологічні, психоакустичні, когнітивні** та **виконавські** чинники. Їх взаємодія формує цілісну систему інтонаційного контролю, що реалізується у процесі ансамблевого співу.

Фізіологічні чинники інтонування охоплюють особливості функціонування голосового апарату, дихальної системи та нейром'язової координації. Формування стабільної висоти тону безпосередньо залежить від точності регуляції напруження голосових складок, тиску повітряного струменя та правильному налаштуванню голосового апарату. Навіть незначні порушення в роботі будь-якої з цих ланок можуть спричиняти коливання висоти звуку.

У вокально-ансамблевому виконанні фізіологічні чинники ускладнюються необхідністю постійного пристосування індивідуального голосоутворення до загального звучання колективу. Співак змушений коригувати вокальну подачу відповідно до динамічного балансу, тембрового середовища та акустичних умов простору. За відсутності інструментального супроводу, зокрема в акапельному співі, роль внутрішнього м'язового контролю значно зростає, що підвищує вимоги до стабільності вокальної техніки. Дослідження вокальної акустики свідчать, що фізіологічна втома, зміни дихального режиму, а також психоемоційний стан виконавця можуть спричиняти поступове зниження або підвищення загального рівня інтонації. Саме ці чинники часто лежать в основі поступового відхилення строю у процесі тривалого співу, що зафіксовано в роботах Х. Терасави (Terasava, 2004), Д. Говарда (Howard, 2007), Дж. Сітона (Seaton, 2019).

Психоакустичний чинник інтонаційної точності пов'язаний із особливостями сприйняття висоти тону, тембру та інтервальних співвідношень. Як показують дослідження, сприйняття висоти не є абсолютним і формується під впливом спектральної структури звуку, гучності, акустичного контексту та індивідуальних особливостей слухового аналізатора (Schroeder, 1968).

У багатоголосному ансамблевому звучанні психоакустичні труднощі зростають через накладання різних голосових партій, що ускладнює точне розрізнення висоти кожного окремого тону. У результаті слуховий контроль співаків базується не лише на індивідуальному сприйнятті власного голосу, а й на складній системі відносних інтервальних орієнтирів усередині ансамблю. Особливу роль відіграє механізм слухової адаптації, за якого виконавці коригують власну висоту тону відповідно до інтонації інших учасників колективу. У цьому процесі може відбуватися повільне зміщення тонального центру, яке в науковій літературі описується як поступове відхилення строю, а в іноземній – як **intonation drift**. За результатами експериментальних досліджень, проведених Х. Терасавою (Terasava, 2004) та Д. Говардом (Howard, 2007), ансамблевий спів без інструментальної опори демонструє тенденцію до систематичного зниження загального рівня висоти тону, що зумовлено як фізіологічними, так і психоакустичними чинниками.

Когнітивний чинник формування інтонаційної точності охоплює процеси музичного мислення, слухової уваги, внутрішнього слуху та висотної пам'яті. Саме здатність утримувати у свідомості еталонні висотні орієнтири дозволяє співакові підтримувати стабільність інтонації в умовах змінної акустичної ситуації. Особливо важливим в даному випадку є внутрішній слух – здатність уявити правильний тон ще до його фактичного виконання. Добре розвинений внутрішній слух забезпечує здатність утримувати еталонну

висоту тону у внутрішньому слуховому уявленні. Якщо ж внутрішній слух слабо розвинений, інтонація стає нестійкою і сильно залежить від того, що співак чує зовні.

Когнітивні процеси тісно пов'язані з рівнем музичної підготовки виконавців. Дослідження показують, що професійні співаки демонструють вищу здатність до корекції інтонаційних відхилень, тоді як у менш досвідчених виконавців механізми самоконтролю функціонують повільніше, що збільшує ризик накопичення інтонаційних похибок у процесі виконання.

Виконавський чинник інтонаційної точності пов'язаний з рівнем вокальної підготовки співака, його здатності слухати інших учасників колективу, узгоджувати вимову звуків із партнерами та контролювати гучність голосу для досягнення гармонійного звучання. Ансамблева інтонація формується не шляхом механічного нашарування окремих голосів, а внаслідок складної адаптації кожної партії до загального звучання. Відповідно, провідну роль відіграє здатність до активного слухання інших голосів та оперативного коригування власної інтонації. Саме ця взаємна слухова регуляція забезпечує гармонічну злагодженість та стабільність вертикального строю.

Дослідження інтонаційних процесів у вокальних ансамблях, проведені Дж. Сітоном (Seaton, 2019), доводять, що точність інтонування істотно зростає за умов цілеспрямованого тренування ансамблевого слуху, що передбачає розвиток навичок інтервального співвідношення, акордової стабільності та тембрового балансу.

Таким чином, аналіз фізіологічних, психоакустичних, когнітивних та виконавських чинників дозволяє стверджувати, що формування стабільної інтонації в ансамблі потребує цілеспрямованої та системної педагогічної роботи, яка поєднує розвиток слухових навичок, вокальної техніки та ансамблевої взаємодії. Тож на основі власної педагогічної роботи з вокальним ансамблем пропонуємо ряд вправ, які в нашому випадку допомагали колективу подолати інтонаційні труднощі, та забезпечувати злагоджене та збалансоване звучання всіх голосових партій.

Роботу з колективом протягом року було організовано на три рівні:

– **Перший рівень.** На початковому етапі роботи з ансамблем вправи виконуються без чіткого метричного чи темпового відчуття. На кожній ноті робиться пауза на кілька секунд, що дає співакам можливість налаштувати свій звук для досягнення бажаної інтонації, а також налаштувати звук під загальний тембровий ансамбль. Педагогічний принцип тут полягає в тому, що співаки спочатку мають знати, як інтонаційно правильно має звучати нота, перш ніж очікувати від виконавців здатності передбачити раніше цей звук.

– **Другий рівень.** Вправи повторюються з паузами між нотами чи акордами. Тиша у процесі виконання вправ на інтонацію дає можливість співакам внутрішньо передбачити наступний звук, замість того щоб покладатися виключно на м'язову пам'ять, яка безумовно також важлива в процесі роботи над чистотою інтонації. Пауза має бути достатньо довгою (3–4 секунди), щоб усі учасники змогли уявно відтворити звук в голові, інакше лише явно сильніші співаки колективу передбачатимуть його, а решта учасників намагатиметься вступити пізніше або швидко підлаштуватися без попереднього внутрішнього відчуття звуку. Потім вправа може виконуватися у повільному, але стабільному темпі, змушуючи співаків швидко передбачати наступний звук і точно входити в ритм.

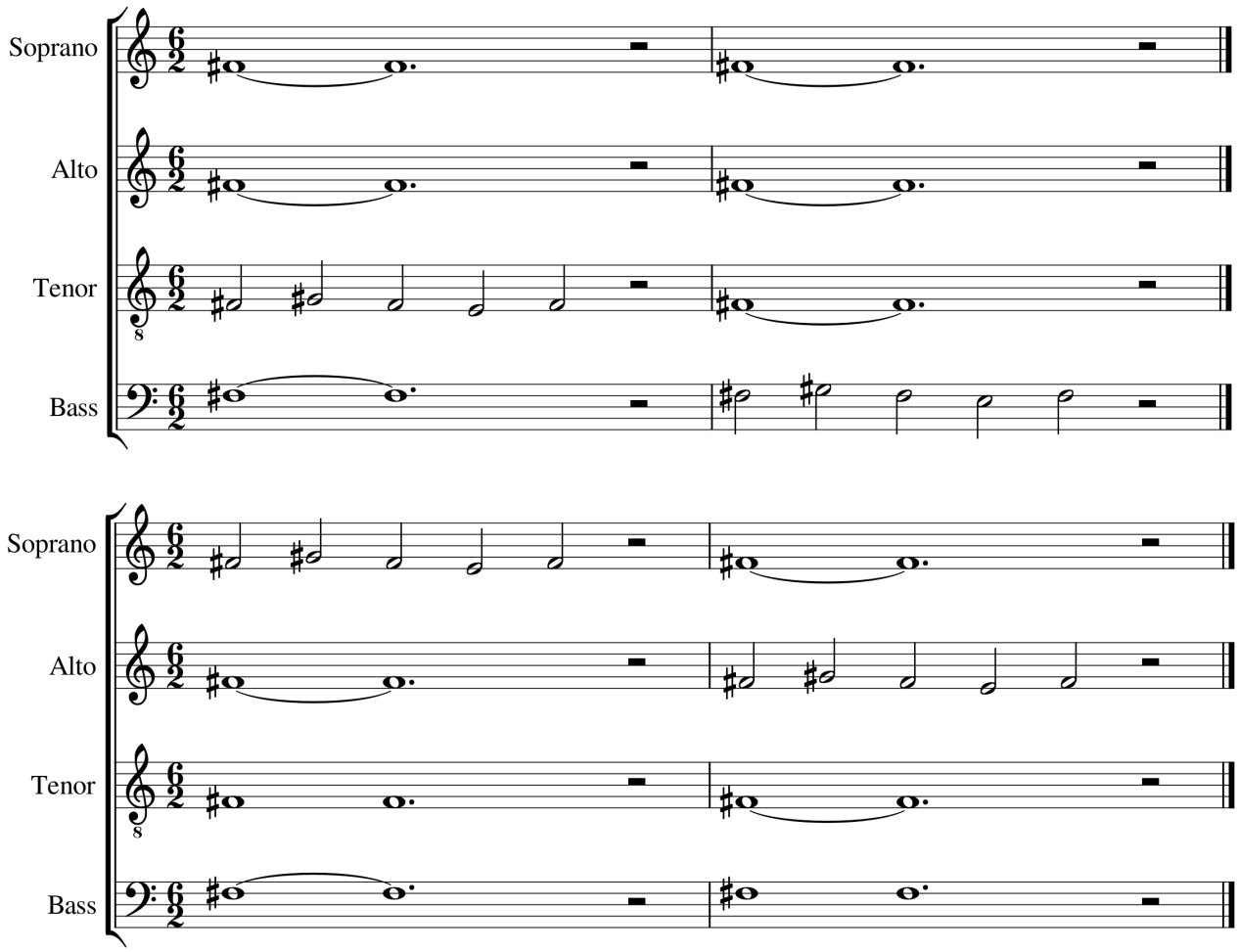
– **Третій рівень.** На цьому етапі вправи виконуються у сталому ритмі подекуди з паузами між нотами (наприклад, заміна нотних тривалостей по ходу вправи), що змушує співаків швидко внутрішньо передбачати наступний звук без прямої опори на м'язову пам'ять. Таке виконання сприяє розвитку оперативного слухового контролю та здатності підтримувати точну інтонацію у змінному ритмічному контексті. Вправи цього рівня можуть ускладнюватися наступним чином: **1) динамічні переходи** (послідовна контрастність динаміки у виконанні додасть новий елемент для внутрішнього передбачення звуку та тренуватиме гнучкість інтонаційного контролю); **2) спів складних інтонаційних послідовностей** (практика чистої інтонації у творах із нетиповою гармонією допоможе формувати точне відчуття інтервалів та злагодженість звучання навіть у нестандартних гармонічних структурах).

Пропонуємо комплекс вправ, спрямованих на розвиток інтонаційної точності, підвищення слухової уваги та формування здатності до оперативного узгодження власного голосу з партіями інших виконавців в процесі ансамблевого співу.

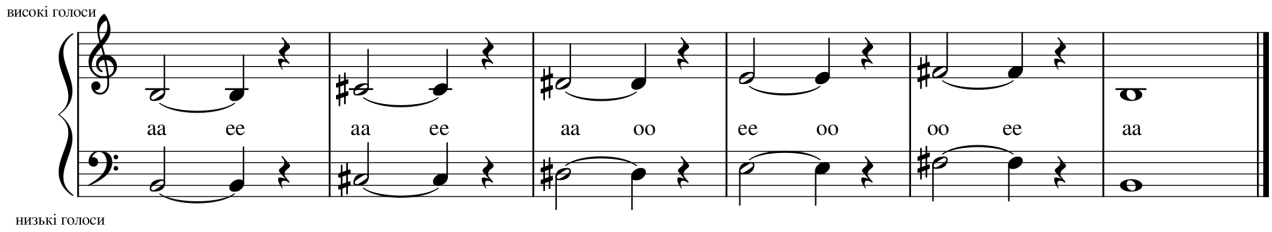
У даній вправі ансамбль виконує послідовність тонів, поступово відхиляючись від унісону та повертаючись до нього за визначеним інтервалом. Виконавці тренуються точному налаштуванню інтервалів, одночасно здійснюючи самоконтроль власного голосу та слухове спостереження за партіями інших учасників колективу, що сприяє формуванню інтонаційної злагодженості та гармонічної стабільності ансамблю.

Ця вправа спрямована на розвиток вокальної координації та інтонаційної точності в процесі ансамблевого співу шляхом одночасного узгодження артикуляції голосних та висоти тону. Виконавці тренують синхронну зміну голосних, підтримуючи безперервність звучання, що забезпечує однорідність тембру та стабільність гармонічних співвідношень. Крім того, вправа розвиває здатність швидко адаптувати висоту тону до зміни вокальної структури, формуючи контроль над

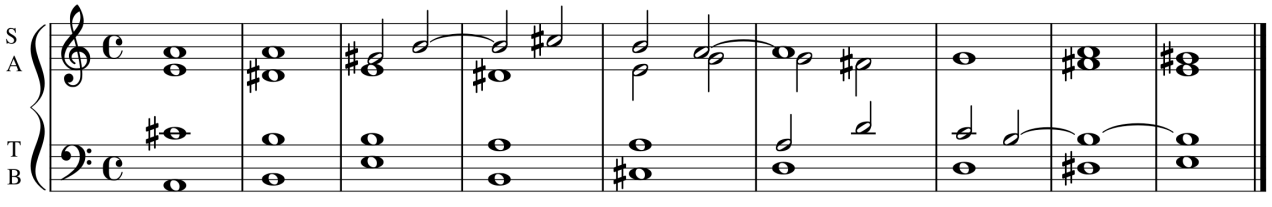
Вправа 1



Вправа 2



Вправа 3



вокальною артикуляцією та інтеграцією індивідуального голосу в ансамблеву систему. За потреби вправа може варіюватися шляхом використання різних дифтонгів відповідно до вокально-технічних завдань колективу.

Дана вправа спрямована на формування навичок точного інтонування в умовах змінної гармонічної структури. У процесі виконання співаки працюють із нестійкими звуками та неакордовими тонами, які найчастіше спричиняють інтонаційні похибки. Основна увага зосереджується на розвитку здатності передбачати напрям руху мелодії та своєчасно коригувати висоту тону відповідно до гармонічного контексту. Такий підхід сприяє формуванню стабільного гармонічного строю, підвищенню точності інтонування та розвитку ансамблевої слухової координації.

Таким чином, результати теоретичного аналізу та практичної апробації запропонованих вправ свідчать про необхідність комплексного підходу до формування інтонаційної точності у вокально-ансамблевій практиці. Поєднання слухового тренування, вокально-технічної стабілізації та розвитку ансамблевої координації дозволяє не лише зменшити ризик інтонаційних похибок, але й сформувати в учасників колективу стійке відчуття гармонічного балансу, тембрової однорідності та акустичної злагодженості. Такий підхід забезпечує системність педагогічної роботи й створює передумови для досягнення високої художньої якості ансамблевого виконання, що, у свою чергу, зумовлює необхідність подальшого наукового осмислення та вдосконалення методів розвитку інтонаційної стабільності у вокальних колективах.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що інтонаційна точність у вокально-ансамблевій практиці є складним багатовимірним феноменом, який формується внаслідок взаємодії слухових, психофізіологічних, когнітивних та виконавських механізмів. Інтонація в ансамблі не зводиться до суми індивідуальних вокальних навичок, а постає як динамічна система колективної координації, що потребує постійного слухового контролю, гнучкої адаптації та взаємної корекції між учасниками.

Аналіз наукових джерел і власний педагогічний досвід засвідчують, що однією з найбільш поширених проблем ансамблевого співу є поступове відхилення загального строю в процесі виконання, зумовлене як фізіологічною втомою, так і психоакустичними та когнітивними особливостями слухового сприйняття. За відсутності інструментальної опори ці чинники значно посилюються, що обумовлює необхідність систематичної роботи над розвитком внутрішнього слуху, ансамблевої уваги та інтонаційної стабільності.

Практична апробація запропонованої системи вправ підтвердила її ефективність у формуванні точнішого інтервального відчуття, покращенні слухової координації між голосами та підвищенні загальної ансамблевої злагодженості. Поетапна організація навчального процесу, що передбачає поступовий перехід від повільного усвідомленого інтонування до стабільного ритмічного виконання, сприяє розвитку навичок внутрішнього передбачення звуку, оперативного слухового контролю та корекції інтонаційних похибок.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що цілеспрямована педагогічна робота, заснована на поєднанні слухових, вокально-технічних і ансамблевих завдань, є ключовою умовою формування стабільної інтонації та високої художньої якості вокально-ансамблевого виконання. Запропонований методичний підхід може бути ефективно використаний у практиці роботи з вокальними ансамблями різного рівня підготовки, а також у системі професійної музичної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патер А. Стандарт хорового звучання в інтерпретації української сакральної музики. International Journal of Innovative Technologies in Social Science. 2020. № 5(26). С. 19–25. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/30062020/7133

2. Кифенко А. М., Романова Т. В. До проблеми інтонування у студентському хоровому колективі. Наука і техніка сьогодні. Серія «Педагогіка». 2023. № 13(27). С. 533–544. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-13(27)-532-543

3. Howard D. M. Intonation drift in a cappella soprano, alto, tenor, bass quartet singing with key modulation. Journal of Voice. 2007. Vol. 21, № 3. P. 300–315. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.12.005

4. Seashore C. E. The tonoscope. The Psychological Monographs. 1914. Vol. 16, № 3. P. 1–12. DOI: https://doi.org/10.1037/h0093071

5. Seaton R. Pitch drift in a cappella choral singing: PhD dissertation. The Open University, 2019. URL: http://oro.open.ac.uk/62769/

6. Schroeder M. Period histogram and product spectrum. Journal of the Acoustical Society of America. 1968. Vol. 43. P. 829–834. DOI: https://doi.org/10.1121/1.1910902

7. Terasawa H. Pitch drift in choral music : Music 221A final paper / Center for Computer Research in Music and Acoustics, Stanford University. 2004. URL: https://ccrma.stanford.edu/~hiroko/pitchdrift/paper221A.pdf

8. Terhardt E. Pitch, consonance, and harmony. Journal of the Acoustical Society of America. 1974. Vol. 55, № 5. P. 1061–1069. DOI: https://doi.org/10.1121/1.1914648

REFERENCES

1. Pater A. (2020) Standart khorovoho zvuchannia v intserpretatsii ukrainskoi sakralnoi muzyky. [The standard of choral sound in the interpretation of Ukrainian sacred music] International Journal of Innovative Technologies in Social Science, 5(26), 19–25. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/30062020/7133

2. Kyfenko A. M., Romanova T. V. (2023) Do problemy intonuvannia u studentskomu khorovomu kolektyvi. [To the problem of intonation in a student choir] Nauka i tekhnika siohodni. Seriia «Pedahohika», 13(27), 533–544. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-13(27)-532-543

3. Howard D. M. (2007) Intonation drift in a cappella soprano, alto, tenor, bass quartet singing with key modulation. Journal of Voice, 21(3), 300–315. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.12.005

4. Seashore C. E. (1914) The tonoscope. The Psychological Monographs, 16(3), 1–12. DOI: https://doi.org/10.1037/h0093071

5. Seaton R. (2019) Pitch drift in a cappella choral singing (PhD dissertation). The Open University. URL: http://oro.open.ac.uk/62769/

6. Schroeder M. (1968) Period histogram and product spectrum. Journal of the Acoustical Society of America, 43, 829–834. DOI: https://doi.org/10.1121/1.1910902

7. Terasawa H. (2004) Pitch drift in choral music. Music 221A final paper, Center for Computer Research in Music and Acoustics, Stanford University. URL: https://ccrma.stanford.edu/~hiroko/pitchdrift/paper221A.pdf

8. Terhardt E. (1974) Pitch, consonance, and harmony. Journal of the Acoustical Society of America, 55(5), 1061–1069. DOI: https://doi.org/10.1121/1.1914648

Дата першого надходження статті до видання: 08.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.10.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

