



О. М. Алещенко, С. Б. Дехтяр, Г. В. Лизунов, Г. В. Воронич, І. А. Котляревський, П. Д. Біленчук, М. В. Салтевський

Акустика

АКУСТИКА (від грец. ἀκουστικός – слуховий, той, що його слухають) – галузь фізики, наука про звукові явища, які відбуваються в пружному середовищі і пов'язані з коливаннями твердих, рідких та газоподібних тіл, а також застосування цих явищ. Предмет А. охоплює пружні коливання і хвилі від найнижчих частот (значно нижчих одного Гц) до гранично високих (до 10¹³ Гц). Коливання з частотою до 16 Гц називаються [інфразвуком](#), понад 20 тис. Гц – *ультразвуком*, високочастотні, частоти яких межують із частотами електромагніт. коливань, – [гіперзвуком](#). У вузькому значенні А. – вчення про звук, тобто пружні коливання, які сприймаються органами слуху людини. Одна з найдавніших галузей знань, яка виникла на основі інтересу до музики й інструментів, що мають здатність звучати, та необхідності усвідомити явища слуху й мовлення. Китай. філософ Фо Хі (3 тис. р. до н. е.) намагався знайти зв'язок між висотою тону, повітрям, водою, вогнем і вітром. Відомі також праці індійців «Море звуків», «Дзеркало музики». Перші знання про А. мали часто абстрактний і містич. характер. У добу Піфагора (6 ст. до н. е.) та Аристотеля (4 ст. до н. е.) поступово окреслюється основа А. як науки. Піфагор указав на залежність висоти тону від довжини струни. Аристотель пояснив звучання тремтінням, стрясанням тіла, а відлуння – відбиттям звуку від перепони. Вітрувій (1 ст. до н. е.) висловив здогад про хвильове поширення звуку і дослідив особливості чутності звуку в театрал. приміщеннях. Леонардо да Вінчі (15–16 ст.) дослідив відбивання звуку, звернув увагу на використання звук. хвиль у воді ([гідроакустика](#)) і вказав на важливість застосування в А. експерим. методів. Г. Галілей установив, що висота тону залежить від частоти, а інтенсивність звуку від амплітуди коливань. Х. Гюйгенс обґрунтував принцип хвильового руху. У цей самий час було визначено швидкість звуку (М. Мерсен) і встановлено її незалежність від частоти. Поміт. розвитку А. набуває наприкінці 17 ст. Праці І. Ньютона показали, яким могутнім засобом фіз. досліджень є математика. А. розвивається як розділ механіки. Створ. заг. теорію мех. коливань, випромінювання і поширення пружних хвиль у середовищі. Л. Ейлер дослідив залежність чутності від числа коливань, розробив теорію стоячих хвиль, Д. Бернуллі – теорію коливань струн, стрижнів і пластин. Ж. Фур'є, вивчаючи теплові процеси, відкрив ряди, згодом названі його іменем, які відіграли визначальну роль у питанні аналізу й

синтезу коливал. процесів. Експерим. аналіз за допомогою резонаторів здійснив Г. Гельмгольц. У кін. 18 – поч. 19 ст. Е. Хладні дослідив форми звук. коливань («фігури Хладні»). К. Доплер установив залежність зміни частоти коливання від руху джерела і приймача. У цей період на основі теор. розвідок в А. було зроблено чимало відкриттів. З-поміж класич. праць з А. підсумковою була робота Реллея (Дж. Стретт) у кн. «Теорія звуку» (1877), що не втратила свого значення і донині. 19 ст. було періодом розквіту класич. А. і підготовки для розвитку тех. А. З винайденням телефону (1866), п'єзоефекту (1880), фонографа (1886), магнітного запису (1901) розпочалася ера тех. А. Загибель «Титаніка» (1912) актуалізувала дослідж. із виявлення зв'язку під водою. 1916 було винайдено перший гідролокатор, а згодом – ехолот, що започаткувало практ. гідроакустику. 20-і рр. 20 ст. пов'язані з розвитком [електроакустики](#), дослідж. у галузі ультразвуку, радіомовлення, проблем перетворення звук. сигналів на акуст. і навпаки (акуст. перетворювачі). Радіотехніка та електроніка відкрили нові можливості розвитку А. Виникають і розвиваються нові розділи А. Загальна А. займається теор. та експерим. дослідженнями закономірностей поширення пружних хвиль у різноманіт. середовищах і вивчає теорію звуку. Електроакустика вивчає процеси передачі, приймання та реєстрації акуст. інформації за допомогою різних електрон. методів. Гідроакустика – наука про явища, які відбуваються у рідинному, зокрема водяному середовищі, вивчає приймання і поширення акуст. хвиль, включаючи розробки й створення акуст. приладів, признач. для підвод. спостереження та обміну інформацією у водяному середовищі. Геоакустика вивчає застосування звук. методів у геофізиці та геології. Проблемою дослідження нелінійної А. є інтенсивні звук. коливання та потужні звук. поля типу вибухових хвиль. А. архітектурна займається акустикою будівель, споруд та акуст. проектуванням глядацьких об'єктів. А. рухомих середовищ вивчає звук. явища в збуреному турбулент. середовищі (струмини, вихори) або при русі джерела звуку. А. атмосферна досліджує особливості поширення звуку в атмосфері. Пенхофізіологічна А. вивчає звукоприймальні та звуковідтворювальні процеси людини й тварин, проблеми слуху та мовлення. Квантова А. досліджує явища в галузі гіперзвук. частот і низьких т-р, при яких виявляються квант. ефекти. Здобутки А. знайшли прикладне застосування у різноманіт. галузях. Велике значення має дослідж. і застосування ультразвуку в медицині, вивченні структур матеріалу, в інтенсифікації різноманіт. технол. процесів, у дефектоскопії, оптиці. Ультразвук є не лише предметом дослідж., а й могутнім засобом впливу на речовину. Тех. застосування А. об'єднуються поняттям прикладна А. У 20 ст. А. стала предметом військ. застосувань: підводні спостереження, ракетобудування, шуми й вібрації, атомна техніка та ін. Попри давнє походження, А. залишається галуззю сучас. науки й техніки, яка розвивається. Прикладна А. має потребу в розвитку акуст. вимірювань, що стали самост. напрямком А., який займається вимірюванням звук. тиску, інтенсивності, спектрів, кореляцій. процесів та ін. Обробка акуст. сигналів у різних системах і середовищах суттєво вплинула на розвиток статист. методів опрацювання та використання інформації в кібернетиці. Укр. вчені та інженери

зробили істот. внесок у розвиток А. Ще в 30-х рр. у Київ. інституті кіноінженерів проводилися дослідж. з А. В Україні працювали видатні вчені-акустики *О. Харкевич, Л. Розенберг, М. Карновський*. Поміт. вплив на розвиток А. в Україні зробили *Ю. Сухаревський, С. Ржевкін, М. Андреев, В. Мазепов, О. Алещенко, В. Грінченко, Л. Бреховських, В. Дідковський, Ю. Бурау, О. Лейко* та ін. Нині акуст. дослідження здійснюються у Київ. НДІ гідроприладів, Інституті гідромеханіки НАНУ, Нац. тех. університеті України «Київ. політех. інститут», Львів. інституті приклад. акустики, Севастоп. гідрофіз. інституті, Наук.-тех. центр панорамних акуст. систем Інституту проблем природокористування та екології НАНУ (Запоріжжя). Наук. проблеми А. висвітлюють [«Акустичний вісник»](#) (Київ), «Journal of the Acoustical society America» (США), «Акустический журнал» (Москва) та ін.

О. М. Алещенко

Акустика архітектурна – частина будівельної фізики, галузь акустики. Вивчає закони поширення в будинках і містобуд. утвореннях звук. хвиль, акуст. режим приміщень різного призначення, акуст. характеристики буд. матеріалів і виробів, несучих і захисних конструкцій, умови планування і забудови насел. пунктів з метою захисту середовища життєдіяльності людини від негатив. шум. впливів і створення оптимальн. акуст. режиму. В антич. спорудах акуст. ефекту досягали за допомогою підсилювачів звуку – бронз. посудин, розміщених у спец. камерах під місцями для глядачів (слухачів). У храмах України-Русі для поліпшення тембру і підсилення звуку використовували голосники (Софій. собор у Києві та ін.). Нині дані А. а. є основою для планув. містобуд., компонування і конструктив. заходів щодо зниження рівня шуму й забезпечення потріб. звукопоглинання і звукопідсилювання в забудові, окремих будинках і приміщеннях, особливо в таких, де мають бути створені умови для сприймання музики, співу, мови (театри, концертні, лекц. зали, зали засідань тощо).

С. Б. Дехтяр

Акустика атмосферна – галузь акустики, що досліджує поширення звукових коливань в [атмосфері Землі](#). Специфіка А. а. зумовлена вертикальною і горизонтал. неоднорідністю атмосфери (насамперед вертикал. стратифікацією густини, т-ри і вологості повітря), турбулент. рухами повітря, наявністю вітрів, а також впливом сили тяжіння і обертання Землі на поширення хвиль. Природ. джерелами звук. хвиль в атмосфері є розряди блискавок, вітер, шум хвиль, землетруси, виверження вулканів, боліди, полярні сяйва та ін. Крім того, в атмосфері постійно присутні звуки техноген. походження, найпотужнішими джерелами яких є вибухи, ударні хвилі від руху надзвук. тіл (літаків і ракет), шум транспорту і пром. підприємств. А. а. виділилася в окрему дисципліну на поч. 20 ст., коли для звукометр. експериментів стали використовувати мікрофони. Інтерес до дослідж. у галузі А. а. стимулювали гол. чином потреби артилер. розвідки (місце розташування

артилерії визначали за різницею часу реєстрації звуку пострілу декількома мікрофонами). Крім того, аналіз поширення звуку висотних вибухів тривалий час був осн. методом досліджень вертикальної структури атмосфери. Нині поряд із вирішенням приклад. завдань – розрахунком траєкторій поширення звуків, звук. зондуванням атмосфери тощо – А. а. охоплює фундам. дослідж. динаміки земної атмосфери і взаємодії нейтрал. компонентів атмосфери з [іоносферою](#).

Поширення звук. хвиль в атмосфері Землі відбувається під дією сил тиску і тяжіння. Тиск, з яким ділянки стиснення звук. хвилі діють на ділянки розрідження, відіграє роль сили пружності і надає рухові повітря коливал. характеру. Сила тяжіння створює архимед. силу, яка викликає «спливання» ділянок розрідження і «занурення» ділянок стиснення хвилі. У доступному люд. слухові звук. діапазоні частот $f > 20$ Гц роль архимед. сили неістотна. Але при зменшенні частоти архимед. сила зростає. Коли довжина акуст. хвилі досягає масштабу висоти земної атмосфери $H \approx 8$ км, то архимед. сила стає визначальною. Динаміка поширення довгих хвиль кардинально відрізняється від динаміки хвиль звукового діапазону частот. У зв'язку з цим хвильові рухи атмосфери поділяються на власне акустичні, з частотою більше т. зв. граничної акустичної частоти $f > f_a \approx 0,0024$ Гц, і гравітаційні (або хвилі плавучості, або внутр. гравітаційні хвилі), з частотою менше т. зв. частоти Брюнта-Вяйсяля $f_b \approx 0,0016$ Гц (див. діаграму на рис. 1, значення частот f_a , f_b вказані для норм. умов). Атмосферно-гравітац. хвилі описують динаміку великомасштаб. збурень атмосфери з періодами 10 хвилин – десятки хвилин – години, таких, як хвилі Росбі, атмосферні вихори, гірські підвітрові хвилі тощо. До акуст. типу атмосфер. хвиль належать інфразвук ($f < 16$ Гц), звук (16 Гц–20 кГц) і ультразвук ($f > 20$ кГц). Променеві траєкторії цих хвиль трансформуються вітровими зсувами і неоднорідностями розподілу атмосфер. параметрів, у першу чергу градієнтами т-ри і вологості. Крім того, дрібномасштабні неоднорідності, пов'язані з турбулентністю і забрудненням повітря, викликають розсіювання звук. хвиль. Атмосферні неоднорідності можуть формувати хвилевідну структуру, що забезпечує поширення звуку на наддалекі відстані (т. зв. атмосфер. хвилевід). Ділянки зниження т-ри (і відповідно зниженої швидкості звуку) є хвилевідними. Характерна картина поширення звук. хвиль, створ. точковим джерелом, що розташ. на поверхні Землі, подана на рис. 2. Заломлення звук. хвиль в атмосфері призводить до появи зон «тиші», а також до повного повороту більшої частини променевих траєкторій у верхній атмосфері. Експоненційне зменшення густини атмосфери із зростанням висоти дає різкий ефект: амплітуда звук. хвилі, яка поширюється вгору, зростає. За відсутності дисипації потік енергії акуст. хвилі є постійним: $C_s \rho V^2 = \text{const}$ (тут $C_s \approx 330$ м/с – швидкість звуку, V – швидкість коливань часток повітря у хвилі). З формули випливає, що барометричний розподіл густини атмосфери $\rho \sim \exp\{-z/H\}$ породжує зростання амплітуди звуку: $V \sim \exp\{+z/2H\}$. Напр., якщо біля поверхні Землі швидкість коливань частинок повітря складає 1 см/с, то на вис. 130 км вона сягає $V = 110$ м/с. За таких великих швидкостей, що

наближаються до швидкості поширення звук. хвилі C_s , виникають нелінійні ефекти, що призводять до формування удар. хвилі. З молекуляр. точки зору поширення звук. хвилі відбувається під дією міжмолекуляр. зіткнень, що необхідні для передачі сил тиску між шарами газу. Тому поширення звук. хвилі можливе тільки тоді, коли довжина хвилі набагато перевищує довжину вільного пробігу молекул. Біля поверхні Землі довжина вільного пробігу обчислюється десятими частками мікрона і макс. частоти ультразвуків, що їх пропускає повітря, досягають $f_{\max} \approx 10$ Гц. Але із зростанням висоти густина атмосфери зменшується, довжина пробігу молекул збільшується (так, на вис. 130 км остання складає 10 м) і зрештою досягає довжини звук. хвилі. На такій висоті звук поширюватися не може. Висоти поглинання акуст. хвиль різної частоти в атмосфері Землі подані на рис. 3. У першу чергу згасають високочастотні складові, внаслідок чого на великих відстанях у спектрі хвилі залишаються низькі частоти (напр., звук пострілу, різкий поблизу, чується вдалині глухим). Інфразвуки без поміт. згасання можуть поширюватися на тисячі км. Реєстрація інфразвуків, викликаних мор. хвилями (з частотою $\sim 0,1$ Гц), використовується для шторм. оповіщення. Як показує рис. 3, тільки інфразвук. частина атмосфер. шумів досягає висот термосфери й іоносфери. Дисипація акуст. і гравітац. хвиль є важл. джерелом розігріву верх. атмосфери Землі. Розрахунки проникнення звук. хвиль у верхню атмосферу вперше виконав 1917 Е. Шрьодінґер, згодом засн. квантової механіки. В Україні дослідж. у галузі А. а. проводять у Радіоастроном. інституті НАНУ в Харкові (експерим. і теор. дослідження динаміки атмосфер. гравітац. хвиль та їхні взаємодії з іоносферою), Львів. центрі Інституту косміч. досліджень НАНУ – НКАУ (активні експерименти з дією на атмосферу потужним акуст. джерелом), каф. астрономії та фізики космосу Київ. університету (теор. дослідження).

Г. В. Лизунов

Акустика мовна – розділ акустики, що вивчає структуру мовного сигналу, процеси мовотворення та сприйняття мови людиною.

Пов'язана з розробкою систем автомат. синтезу та розпізнавання мови. Акустично процес мовотворення складається з двох відносно незалеж. етапів. Перший – виникнення звука в артикулятор. тракті – реалізується трьома способами: шляхом період. модуляції голосовими зв'язками повітр. потоку, що подається з легень (голосове джерело); генерацією шуму через турбулентні завихрення повітр. потоку у звуженнях мовотвір. апарату (шумове джерело); збудженням звука шляхом стрибкоподіб. зміни тиску повітря в артикулятор. тракті (імпульсне, або проривне джерело). Другий етап – формування частот. складу збудженого звука в акуст. фільтрі, утвореному актив. і пасив. артикулятор. органами, та випромінювання сформов. звука у простір через рот і ніс. За типом джерела збудження звуку мовлення можуть класифікуватися таким чином: голосове джерело – голосні і сонорні; шумове – глухі щілинні й аффрикати; імпульсне – глухі проривні; голосове

з шумовим – дзвінкі щілинні й африкати; голосове з імпульсним – дзвінкі проривні. Під час роботи голос. джерела спектр звука (частот. склад) має дискретний характер. Найнижча складова, що відповідає частоті змикання-розмикання голос. зв'язок, називається осн. тоном F_0 . Частоти ін. дискретних складових голос. звуків отримують множенням F_0 на цілі числа; вони називаються гармоніками осн. тону, їхня інтенсивність зменшується зі збільшенням частоти. Шумове та імпульсне джерела утворюють спектр суцільного виду. Мовотворчий акт можна розглядати як систему акуст. резонаторів, у якій окремі складові збудж. звуку можуть підсилюватися або пригнічуватися. При цьому формується індивід. акуст. відмінність окремих фонем. Класична теорія передбачає незалежність роботи механізмів збудження звука і резонансного формування його фонем – відмінного вигляду. Резонанси, які підсилюють спектральні складові звука, що випромінюється, називаються формантами, ті ж, які пригнічують (у носових і нозалізованих), – антиформантами. Форманти нумеруються за частотою від низьких до високих F_k ($k = 1, 2, 3, \dots$; зазвичай лише три). Як правило, під час апаратур. аналізу мовленнєвих сигналів за форманти беруть виражені максимуми в амплітудно-частот. спектрі. Окрім спектр. складу, фонемні відмінності визначаються і часовою структурою звуків. У зв'язному мовленні реалізується неперервний перехід від одного артикулят. укладу до ін., що призводить до неперервної зміни акуст. картини. Для висловлювання характерна також просодична структура, яка акустично проявляється як зміни частоти осн. тону в часі, зміни тривалості й інтенсивності сегментів. Основи А. м. заклав Г. Гельмгольц, у подальшому її досліджували Ц. Таба, М. Кадзіяма, Г. Франт та Дж. Фланаган.

Г. В. Воронич

Акустика музична – галузь акустики, що вивчає об'єктивні фізичні закономірності музики у взаємозв'язку з її сприйняттям і виконанням. Предметом дослідж. А. м. є висота, гучність, тембр і тривалість муз. звуків, лади та різні типи звуковисот. орг-цій; а також – муз. слух, муз. інструменти і люд. голоси. А. м. з'ясовує, яким чином фіз. і психофізіол. закономірності музики відображаються у її специф. законах і впливають на їх еволюцію. Використовує дані й методи заг. [акустики](#), вона пов'язана з акустикою архітектурною, з психологією сприйняття, фізіологією слуху й голосу. Дані А. м. застосовують у галузі гармонії, інструментознавства, оркестрування тощо. Витоки А. м. знаходимо в ученнях стародав. філософів і музикантів. Так, напр., матем. основи звуковисот. організацій, інтервалів і ладів були відомі в Давній Греції (піфагорійська та аристоксенівська школи), у Серед. Азії (Ібн Сіна), Китаї (Люй Бувей) та інших країнах. Її розвиток пов'язаний з іменами Дж. Царліно (Італія), М. Мерсенна, Ж. Совера, Ж. Рамо (Франція), Л. Ейлера (Росія), Е. Хладні, Г. Ома (Німеччина) та ін. Осн. об'єктом А. м. були чисельні співвідношення між частотами звуків в муз. інтервалах, ладах та ін. звуковисот. системах. Важл. етап розвитку А. м. пов'язаний з ім'ям нім. фізика і фізіолога Г. Гельмгольца, який подав першу закінч.

концепцію фізіології звуковисот. слуху, відому як резонансна теорія слуху. Вагомий внесок у розвиток психофізіології і акустики зробили наприкінці 19 – поч. 20 ст. К. Штумпф і В. Кьолер (Німеччина), збагативши А. м. вченням про механізми відображення (відчуття і сприйняття) різноманіт. об'єktiv. закономірностей звук. коливань. У 20 ст. розвиток А. м. характеризується включенням у сферу її досліджень об'єktiv. характеристик муз. інструментів, розвивається спектрал. метод аналізу муз. явищ. Розширенню тематики акуст. досліджень сприяв розвиток техніки звукозапису і особливо виникнення електрон. та конкрет. музики. Водночас розвивалася і сфера вивчення сприйняття. Знач. внеском до цього була теорія зонної природи муз. слуху М. Гарбузова. Розвиток його концепції дозволив розробити методи розшифрування і аналізу виконав. інтерпретацій в інтонуванні, динаміці, темпі та ритмі. Об'єktivом дослідж. А. м. стали закономірності композитор. та виконавської творчості, муз. сприйняття. Новою галуззю А. м. стала муз. інформатика, яка широко використовує досягнення кібернетики. У більшості значних муз. центрів (консерваторії, мистецтвознавчі НДІ, муз. навч. заклади різних типів) функціонують акуст. лаб. Серед них загальновідомими були відповідні підрозділи в С.-Петербур. і Моск. консерваторіях. Комп'ютер. центр функціонує в Нац. муз. академії України. Його очолює композитор [Л. Колодуб](#). У серед. 20 ст. акуст. лаб. знаходилася в ІМФЕ АН УРСР. Її очолював [П. Барановський](#). Лаб. комп'ютер. музики широко використовуються на кіностудіях, зокрема на Київ. кіностудії худож. фільмів ім. О. Довженка. До А. м. виявляли інтерес такі відомі композитори і діячі муз. мистецтва, як К. Штокгаузен, О. Мессіан, Е. Кшенек, Д. Шостакович, Б. Лятошинський, Б. Яворський та ін.

І. А. Котляревський

Акустика судова – галузь [криміналістики](#), що вивчає принципи, способи і технічні засоби збирання, дослідження та використання слідів звуку як доказів у кримінальному і цивільному судочинстві. Джерелами слідів звуку є матеріал. системи органіч. та неорганіч. походження (живі організми, неживі об'єкти і явища природи). У процесі скоєння злочину породжуються різні сліди звуку, які сукупно утворюють звук. середовище (звук. «картину») злочину. А. с. займається оброблянням матеріал. носіїв, на яких тех. засобами зафіксовано це звук. середовище злочину. Завданнями судово-акуст. досліджень є ототожнення людини за слідами її голосу; дослідження звук. середовища з метою криміналіст. діагностування й ідентифікування його джерел; дослідження тех. засобів (фіксування та відтворювання) і матеріал. носіїв (фоно-, сигналограм, магніт. дисків) для вирішення неідентифікаційних та ідентифікац. завдань. Ототожнювання людини за слідами звук. мови, зафіксованої на матеріал. носіях, виконується в межах судової фоноскоп. експертизи. Розроблено декілька методик криміналіст. ототожнювання: спектрографічна (сонографія); фонетико-лінгвістична, що об'єднує сонографію і фонетику; ідентифікування автоматич. засобами (експерт. системами), які використовують спектрал. переходи, матем. апарат і сучасну

комп'ютерну техніку. Створена автоматизов. система в А. с. дістала назву автоматичного робочого місця експерта.

П. Д. Біленчук, М. В. Салтевський

Рекомендована література

1. Стрейт Дж. В. (лорд Релей). Теория звука / Пер. с англ. Москва, 1955;
2. Протопопов Р. В. Акустика і теорія ультразвуку. О., 1972;
3. Нацик В. Д., Чишко К. А. Динамика и звуковое излучение дислокационного источника Франка-Рида. Х., 1976;
4. Исакович М. А. Общая акустика. Москва, 1978;
5. Урик Р. Дж. Основы гидроакустики / Пер. с англ. Москва, 1978. Залюбовский И. И., Калиниченко А. И., Лазурик В. Т. Введение в радиационную акустику. Х., 1986;
6. Булгаков А. А. Усиление акустических волн в многослойной периодической структуре. Х., 1989;
7. Гуревич С. Б., Муратиков К. Л. Фототермоакустика. Москва, 1990;
8. Хорунжий В. А. Процессоры на поверхностных акустических волнах. К., 1990;
9. Гусев В. Э. Лазерная оптоакустика. Москва, 1991;
10. Лямшев Л. М. Радиационная акустика. Москва, 1996;
11. Грінченко В. Т., Дідковський В. С., Маципура В. Т. Теоретичні основи акустики. К., 1998.
12. Беляев С. В. Акустика помещений. Ленинград, Москва, 1933;
13. Ватсон Ф. Р. Архитектурная акустика. Москва, 1948;
14. Ингерслев Ф. Акустика в современной строительной практике. Москва, 1957;
15. Ганус К. Архитектурная акустика. Акустическое проектирование театральных и концертных помещений. Москва, 1963;
16. Бедило А. Т. Основы архитектурной акустики. Ленинград, 1968;
17. Акустичний благоустрій міст, житлових та промислових споруд. К., 1971;
18. Качерович А. Н. Акустическое оборудование киностудий и театров. Москва, 1980;
19. Ковригин С. Д., Крышов С. И. Архитектурно-строительная акустика. Москва, 1986;
20. Макриненко Л. И. Акустика помещений общественных зданий. Москва, 1986;
21. Вопросы архитектурной акустики, защиты от шума в акустической экологии: Сб. науч. тр. Москва, 1989;
22. Сергейчук О. В. Строительная физика. Акустика: Учеб. пособ. К., 1992.
23. Митра С. К. Верхняя атмосфера. Москва, 1955;
24. Госсард Э., Хук У. Волны в атмосфере / Пер. с англ. Москва, 1978;
25. E. Blanc. Observations in upper atmosphere of infrasonic waves from natural or artificial sources: A summary // Annales Geophysical. 1985. Vol. 4, № 6;
26. Атмосфера: Справоч. Ленинград, 1991.
27. Франт Г. Акустическая теория речеобразования / Пер. с англ. Москва, 1964;

28. Фланаган Дж. Л. Анализ, синтез и восприятие речи / Пер. с англ. Москва, 1968.
29. Гарбузов Н. А. Зонная природа звуковысотного слуха. Москва, Ленинград, 1948;
30. Музыкальная акустика. Москва, 1950;
31. Барановский П. П., Юцевич Е. Е. Звуковысотный анализ свободного мелодического строя. К., 1956;
32. Зарипов Р. Кибернетика и музыка. Москва, 1963;
33. Гошовский В. Фольклор и кибернетика // Сов. музыка. 1964. № 11;
34. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. Москва, 1966;
35. Юрьев Ф. Музыка света. К., 1971;
36. Рагс Ю. Н. Акустика в системе музыкального искусства. Москва, 1998.
37. Громовенко Л. Криминалистическое исследование средств звукозаписи. 1981;
38. Салтевский М., Жариков Ю. Предмет, содержание и задачи криминалистической акустики // Криминалистика и судеб. экспертиза. Вып. 37. 1988;
39. Вертузаев М., Жариков Ю. Судебная акустика: теоретические основы и экспертная практика. 1992;
40. Біленчук П., Дубовий О., Салтевський М. Криміналістика. 1998;
41. Біленчук П. Процесуальні та криміналістичні проблеми дослідження обвинуваченого. 1999 (усі – Київ).

Бібліографічний опис:

Акустика / О. М. Алещенко, С. Б. Дехтяр, Г. В. Лизунов, Г. В. Воронич, І. А. Котляревський, П. Д. Біленчук, М. В. Салтевський // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-43555>

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).