

ВПЛИВ ПРОСОДИЧНИХ ФАКТОРІВ НА АКУСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗІМКНЕНИХ ПРОРИВНИХ ПРИГОЛОСНИХ НА СТИКУ СЛІВ

Варіативність звукових реалізацій у мовленнєвому ланцюжку визначається взаємодією сегментного і суперсегментного рівнів у процесі породження звукового висловлювання і є важливою для розуміння внутрішньої структури динаміки мовленнєвих явищ. Складна комбінація неперервних та дискретних характеристик лежить в основі динамічної природи мовлення. Тому пошук об'єктивних критеріїв вицленування з неперервного потоку обмеженої кількості елементарних звукових одиниць неможливий без залучення інформації про об'єктивні ознаки меж більших одиниць мовлення - складів, фонетичних слів, фраз, які знаходяться у складній залежності від одиниць лексико-граматичного рівня, а також низки просодичних факторів.

Особливого значення проблема сегментації набуває у зв'язку з вивченням суцільного мовлення. Дослідження особливостей фонетичної структури звукового тексту набуває великої актуальності при визначенні принципів сегментації, необхідних для вирішення завдань автоматичного розпізнавання й розуміння суцільного мовлення [5; 6; 8].

Розвиток найновіших технологій дозволяє досліджувати проблему сегментації смислового членування мовлення у залежності від ступеня підготовленості й емоційного стану мовця, умов комунікативної ситуації, регіональних факторів, що має особливе значення для німецької вимовної норми, бо ця мова є державною в кількох країнах і має певну варіативну специфіку [2; 11; 15].

Метою даного дослідження є опис акустичних параметрів *аспірації*, *експіризованості*, *напруженості* зімкнених проривних приголосних у консонан-

тних звукосполученнях на стику слів і ступеня кореляції цих параметрів з просодичними факторами, що впливають на їх зміну: тип стику, наявність відсутність паузи всередині звукосполучення, позиція у фонетичному слові (всередині або на стику фонетичних слів), позиція відносно головнаголошеного складу у межах ФС, частини мовної приналежності клітик.

Необхідно підкреслити, що дослідження реалізації зімкнених проривних приголосних проводилося у межах звукосполучення, яке являє собою мінімальну одиницю руху мовленнєвих органів [17; 14]. Через те, що звукосполучення утворюється у процесі неперервного артикуляторного руху, відбувається послідовне накладення артикуляторних жестів, що, безумовно, призводить до затруднень при сегментації мовленнєвого потоку і визначенні структури акустичного сигналу даної звукової одиниці.

Експериментальний матеріал складався з аутентичних німецьких текстів новин у реалізації дикторів радіо й телебачення Німеччини з загальним часом звучання 2,5 години. Вибір даного жанра обумовлений основною метою дослідження, спрямованою на вивчення сучасної вимовної норми з урахуванням виду мовленнєвої діяльності (у даному дослідженні предметом вивчення було читання, або так зване прочитане мовлення) і ступеня підготовленості мовця. За межі дослідження було винесено випуски новин регіональних і приватних каналів, бо там переважає невимушений, точний, швидкий темп, розмовні форми, регіональна забарвленість, що не дозволяє вважати тексти новин цих каналів репрезентантами стандартної німецької вимови [12; 21; 23].

З суцільного мовлення було виділено 1400 консонантних пар, згрупованих за типом стику наступним чином: у позиції перед стиком (кінцева позиція у попередньому слові) представлений весь корпус німецьких приголосних у такій послідовності: (1) плізиви (гоморганный/негоморганный), (2) щільний, африката, (3) сонорний. Крім того, було досліджено реалізацію зімкнених проривних приголосних в позиції абсолютного кінця фрази, коли за плізивом не йде який-небудь звук і продовженість паузи є максимальною (до 1000 мсек.). Таким чином, у загальній кількості вийшло 66 видів звукосполучень.

Мовленнєвий матеріал являє собою записи безперервного дикторського мовлення середньою продовженістю до 2 хвилин. Виділені відрізки мов-

лення були дигітизовані за допомогою програми Goldwave 4.02 з частотою дискретизації 22 кГц і представлені у 16-бітовому форматі з наступним збереженням на твердому диску комп'ютеру. Далі оцифрований матеріал був оброблений у програмі Praat 3.8, яка дозволяє, серед іншого, виводити на екран комп'ютера осцилограму виділеного відрізка, спектрограму широтою аналізу 5 мсек. і частотою дискретизації 10 кГц у вікні Хаммінг; контури інтенсивності у межах від 40 до 100 дБ, цифрові значення енергетичних характеристик сегментів з використанням початкових і кінцевих темпоральних даних виділеного сегмента.

Вимір окремих сегментів плізива перед стиком (зімкнення, прориву, аспіративної фази) проводився при одночасному візуальному й аудитивному контролю сегментації у кількох робочих вікнах. Для розмежування плізива і попереднього голосного на осцилограмі використовувались так звані глотальні пульси, поява і зникнення яких значили, відповідно, початок і кінець голосного сегмента. На спектрограмі голосний ідентифікувався за рахунок спаду (підвищення) рівня спектральної енергії в області 1000 Гц. Частотні й енергетичні параметри розраховувалися у різних точках дискретизації виділених сегментів.

Через те, що досліджувані консонантні звукосполучення знаходилися на стику слів, необхідно було враховувати можливе уповільнення артикуляції або появу пауз, які у звуковому тексті виконують делімітативну функцію. При реалізації просодичних характеристик у мовленні паузу розуміють як перерву в мовленнєвому континуумі, яка фіксується падом рівня інтенсивності до нуля на мінімальному часовому відтинку, продовженість якого звичайно дорівнюється 10 мсек. Перерва у звучанні може реалізовуватися як у межах звука (інтрасегментна пауза), так і за його межами (інтерсегментна пауза). Мінімальною продовженістю інтерсегментної паузи всередині звукосполучення на стику слів вважається продовженість паузи 40-80 мсек., що дозволяє розглядати групи звуків на стику слів як звукосполучення [4, 36].

Аспірація глухих плізівів [p], [t], [k] виконує делімітативну функцію в позиції перед наголошеним голосним, перед [l], [n], [r] у сполученні з голосним, після наголошеного голосного. У позиції після паузи глухі плізиви завжди аспіруються, що особливо яскраво виражено на початку синтаг-

ми. Аспірація має місце і в середині висловлювання після короткої паузи [9, 126]. Досить глибоке дослідження сприйняття ефекту аспірації глухих пловивів було проведено Г. Лоцманом на матеріалі прочитаних текстів художньої літератури в реалізації професійних акторів без аналізу змін акустичних параметрів досліджуваної ознаки. Було встановлено, що якщо глухий пловив знаходиться у кінцевій позиції і за ним іде пауза, то в цьому випадку можна розраховувати на аспірацію. У сполученні з гоморганим пловивом аспірація реалізується лише в половині випадків, а у сполученні з наступним щільним або сонорним відсутня. Безумовним фактором, впливаючим на реалізацію аспірованих пловивів, вважається їх позиція в наголошеному складі, який може знаходитися як у початковій, так і в медальній позиції. В абсолютному кінці зафіксовано лише третину аспірованих реалізацій з наступною паузою, зв'язаною з логічним членуванням прочитаного тексту. Оцінка сприйнятої аспірації проводилась аудитором за трьома критеріями (позитивно "+", негативно "-", невиначено "/"), які більш відображають емоційно-психологічне сприйняття досліджуваного параметра, не використовуючи при цьому власно фонетичних знань учасників слухового експерименту [18, 40, 163].

У цьому дослідженні *аспірація* пловивів була описана в темпоральних і частотних характеристиках, виходячи з продовженості аспіративної фази і частотного розподілу шумів у спектрі звука. Було визначено, що глухі пловиви перед стиком у фінальній позиції характеризуються значною втратою аспірації (70 %), а продовженість аспіративної фази залежить від наявності паузи незалежно від наступного звука після стику. Поява пауз на стику слів продовженістю 40-50 мсек. слугує надійним критерієм аспірованості глухого пловива. Скорочення продовженості паузи або її відсутність призводить до скорочення аспіративної фази (до 10 мсек.) або її повної відсутності, особливо в таких типах стику, як пловив + щільний, пловив + сонорний. Навпаки, у позиції абсолютного кінця фрази, де продовженість паузи між фразами є максимальною (600-1000 мсек.), продовженість аспірації досягає 80-140 мсек. Аспіративний шум характеризується у середньому широтою смуги від 1600 до 8000 Гц, що говорить про його протягнутість по всій лінії спектра.

В результаті дослідження залежності аспіративної фази передстикового пловива від його позиції в наголошеному складі, що знаходиться у фіналі, встановлено відсутність залежності аспірації від позиції пловива в наголошеному складі. Аудитори чітко ідентифікують помірну аспірацію в стиках із паузами, які мають мінімальну продовженість (25-35 мсек.) як у наголошених складах, так і в ненаголошених. Кількість стиків без інтерсегментної паузи, але з реалізацією аспіративної ознаки становила 8 % випадків, що говорить про випадковий характер явища. При цьому продовженість аспіративної фази в наголошеному фінальному складі не перевищувала 40 мсек.

Пловиви в консонантних сполученнях на стику фонетичних слів характеризуються більш продовженою фазою аспірації в порівнянні зі стиками слів усередині ФС. Максимальна продовженість аспіративної фази передстикового пловива на стику ФС (55-100 мсек.) становила 52 % від загальної кількості стиків фонетичних слів, тоді як подібна продовженість аспіративної фази пловивів на стику слів усередині ФС складає 15 % у цьому виді зімкнення.

Експлозивність зімкнених проривних звуків була описана в темпоральних, частотних та енергетичних характеристиках, виходячи зі значень продовженості експлозивної фази, піків інтенсивності прориву та максимумів концентрації енергії прориву в спектрі. Рівень інтенсивності прориву визначається місцем утворення пловива, що знаходить вираз у наступній залежності: чим більшим є обсяг резонатора, тим більше вираженою є інтенсивність прориву. Білабіальний пловив характеризується найслабкішою інтенсивністю і найкоротшою фазою рекурсії зімкнення. Енергія прориву концентрується в області низьких частот (500-1000 Гц). Прорив альвеолярного пловива характеризується переривчастою структурою відсутністю багаторазової рекурсії зімкнення. Максимальна концентрація енергії прориву розташована в області високих частот (вище 4000 Гц). Велярний пловив характеризується найінтенсивнішим проривом з концентрацією енергії в області 1500-4000 Гц, а також наявністю багаторазової рекурсії фази зімкнення, яка виникає за рахунок більшої площі контакту спинки язика з піднебінням. Структура й рівень інтенсивності прориву можуть слугувати

надійним критерієм сегментації й розпізнавання звуків у суцільному мовленні, особливо у випадку, якщо аспірований пловиз знаходиться в невокалічному оточенні, тобто там, де відсутні формантні переходи [19, 67].

У цьому дослідженні було встановлено, що продовженість експлозивної фази передстикових глухих пловизів становить у середньому 10-20 мсек. і залежить від наявності інтерсегментної паузи у звукосполученні в тій же мірі, як і аспіративна фаза, однак значну роль при цьому відіграє тип стику. Тут, перш за все, треба виходити з гоморганності/негоморганності сполучень голосних на стику слів.

Найбільш поширеним видом звукових модифікацій, які характеризують дані види стиків, є *асиміляція за способом творення*, що виникає внаслідок відсутності інтерсегментної паузи. У гоморганих сполученнях пловизів + пловиз [dt], пловиз + фрикатив [tz], пловиз + сонорний [tn] у випадку відсутності інтерсегментної паузи експлозивна фаза першого звука може злитися з імпульсивною фазою другого звука. У першому випадку гоморганне звукосполучення трансформується в один консонант з максимальною продовженою фазою зімкнення (до 100 мсек.). У другому випадку у пловизі утворюється плавний перехід до щільності, що призводить до заміни цього звукосполучення африкатою. Значне скорочення продовженості експлозивної фази та послаблення інтенсивності прориву в даному виді стику виникає в результаті накладення турбулентного шуму післястикового фрикатива з концентрацією енергії в області високих частот. Тут простежується пряма залежність продовженості аспіративної фази й інтенсивності прориву від артикуляторної глибини контактного щільного: чим глибше за шкалою частот розташована нижня межа фрикативного шуму, тим слабкішою є аспірація контактного пловиза [19, 70]. У контактній позиції передстикового пловиза з післястиковим фрикативом [ʃ], що має максимальний обсяг концентрації енергії в області 2500-7000 Гц, відсутність аспірації фіксується в усіх випадках без винятку.

Гоморганне сполучення пловиза й сонорного характеризується відсутністю аспіративної й експлозивної фаз, що призводить тільки до реалізації зімкнення та його подовження до 70-100 мсек. У цьому випадку передстиковий приголосний стає імпульсивним. Одночасно в даному виді стику відбуваєть-

ся заміна орального прориву фаукальним, який утворюється при переході до сонорного приголосного внаслідок опущення піднебійної зависи. Зімкнення при переході від [p] до [m], або від [t] до [n] не переривається, початок артикуляції сонорного характеризується лише відривом піднебійної зависи від задньої стінки носоглотки, що створює ефект фаукального прориву [22, 26].

У сполученні негоморганих пловизів при збереженні прориву передстикового приголосного зімкнення післястикового пловиза може здійснюватися перед проривом передстикового звука. У цьому випадку суттєве значення має послідовність приголосних. Якщо у сполученні передують пловиз більш глибокого утворення (наприклад, велярний [k] перед альвеолярними [t/d] або білабіальними [p/b]), то його прорив зводиться тільки до відокремлення активного органа від пасивного, після якого не відбувається вихід повітря. Такий прорив практично не дає акустичного ефекту і характеризується мінімальною продовженістю (3-5 мсек.) і слабкою інтенсивністю (55 - 60 дБ). Рівень концентрації енергії прориву переміщується в область низьких частот (1000-1600 Гц) і за рівнем інтенсивності не перевищує 75-80 дБ, що на спектрограмі виражається відсутністю чорно-сірих кольорових характеристик сигналу. Продовженість фази зімкнення збільшується до 70 мсек. Перцептивно таке сполучення сприймається як довгий зімкнений з більш глибокою екскурсією більш передньої рекурсії. Ідентифікувати велярний пловиз у цьому випадку можна тільки на підставі формантних переходів попереднього голосного. F2 і F3 конвергують в області 2800-3000 Гц, якщо це голосний переднього або середнього ряду. Якщо перед велярним пловизом знаходиться голосний заднього ряду, то за рахунок низького локусу в [g], [k] визначення формантних переходів стає неможливим [19, 65].

Значне збільшення фази зімкнення й послаблення характеристик експлозивної фази передстикового велярного пловиза [k] у даному виді стику пояснюється різким скороченням обсягу резонуючої порожнини в момент швидкого переходу артикулюючих органів від велярного зімкнення до альвеолярного або лабіального. Даний вид стику характеризується високим ступенем антиципуючої коартикуляції негоморганих звукосполучень, при якому артикуляторні жести лабіального або альвеолярного зімкнення є домінуючими й визначають специфіку велярного зімкнення [13; 16; 20]. Ефект

антиципації посилюється ступенем полярності (віддаленості) компонентів звукосполучення. Так, наприклад, у сполученні велярного плозива з білабіальним [k + p/b] рівень антиципації буде вищим, ніж у сполученні з альвеолярним плозивом [k + t/d].

Реалізація фаз експлозії й аспірації передстикового глухого велярного плозива [k] у сполученні з наступним негоморганим плозивом можлива тільки при наявності інтерсегментної паузи продовженістю більш 80 мсек. У випадку перерви звучання продовженістю 40-65 мсек. можлива реалізація неаспированого плозива з достатньо структурованим проривом, рівень концентрації енергії якого, однак, як і раніше, залишається в області низьких частот.

Якщо ж у негоморганим сполученні плозивів передстиковим звуком є плозив більш переднього утворення (наприклад, [p + k/g], [t + k/g]), то він може зберігати коротку аспіративну фазу (15-25 мсек.) тільки при наявності інтерсегментної паузи продовженістю не менш 60 мсек. Скорочення зазначеної продовжності паузи всередині звукосполучення [t + k/g] призводить до реалізації неаспированого передстикового плозива [t] при збереженні експлозивної фази з рівнем інтенсивності прориву 85-90 дБ і концентрацією енергії в області високих частот (3000-5000 Гц), що є характерним для альвеолярного плозива. У цілому прорив буде послабленим, бо кількість повітря що виходить при цьому є невеликою, вона обмежена невеликим запасом, який міститься у просторі між переднім і заднім зімкненням [3, 229].

При утворенні зімкнених проривних приголосних важливим моментом є сила артикуляції, тобто ступінь м'язового напруження, який може бути описаний за ознаками *напружений/ненапружений*.

Вперше терміни "напружений" і "ненапружений" були використані для правильної інтерпретації широких і вузьких голосних. Далі положення про напруженість голосних було пояснене ступенем напруженості всього мовленнєвого апарату, що в акустичному плані пояснювалося рівнем затухання в резонансних порожнинах. Чим меншим є декремент затухання, тим більш чітким, яскравим, напруженим є звучання, і навпаки. У фонематичному плані ступінь напруженості голосних пов'язується, перш за все, зі ступенем їх редукції, яка виникає як наслідок позиції голосного в наголошеному або ненаголошеному складі [3, 103, 181]. Перцептивно напружені звуки сприймаються як більш чітко вимовлені, ніж відповідні ненапружені звуки.

Напруженість звуків може бути описана, виходячи з їх спектральної енергії та загальної тривалості. Акустично протиставлення напружений/ненапружений характеризується високою загальною спектральною енергією і більшою тривалістю в порівнянні з низькою загальною енергією й меншою тривалістю. Подібний підхід застосовується в більшій мірі до дослідження голосних звуків, які мають чітко виражену формантну структуру на стаціонарних дільницях. Характеристика приголосних, навпаки, складається як з відносно постійних, так і зі змінних величин мовленнєвого спектра, що не дозволяє визначити формантну модель приголосного, яка є фізичним корелятом певної конфігурації мовленнєвого тракту [7, 63].

При утворенні голосних спостерігається загальне напруження всього мовленнєвого апарату, в той час як при утворенні приголосних напруження має місце в якому-небудь одному органі, тобто там, де є перешкода, яка служить шумовим джерелом звука [1, 262]. Напруження артикуючих органів, які беруть участь в утворенні зімкнених проривних приголосних, часто ототожнюється зі ступенем їх придирання. Однак ступінь повітряності аспированих плозивів ніяк не пов'язаний з напруженістю артикуючих органів, бо фрикація повітря об голосові зв'язки, яка виникає в момент звучання між зв'язочною щільністю й супроводжує прорив, робиться без м'язового напруження [10, 180].

Напруженість зімкнених проривних звуків в артикуляторному плані зв'язана, перш за все, зі ступенем напруженості *змикального* руху, що є основним артикуляторним елементом усіх зімкнених проривних звуків і виконує функцію перешкоди на шляху повітряного потоку. Отже, напруженість зімкнення буде визначатися часткою участі голосу в його утворенні, яка виявляється у підвищенні або зниженні рівня інтенсивності: чим нижчою є інтенсивність зімкнення, тим вища її напруженість. Відповідно, підвищення рівня інтенсивності зімкнення буде говорити про слабкість змикального руху. Крім того, необхідно враховувати, що в глухих плозивах продовженість зімкнення значно перевищує продовження зімкнення у дзвінкому звуці, бо при глухому зімкненні вихід повітря з легень не є обов'язковим, тоді як для утворення голосу видих обов'язковий.

В даному дослідженні було зроблено спробу описати ознаку

напруженості зімкнених проривних приголосних у параметрах акустичної потужності, яка вимірюється у квадратних мікропаскалях (μPa^2), оскільки вона відображає ступінь участі голосу в артикуляції звуків і може слугувати надійним критерієм їх глухості/дзвінності. Так, наприклад, голосні звуки мають максимальні показники потужності (10000-35000 μPa^2); в сонорних цей показник є нижчим (3000-20000 μPa^2); в шумних приголосних показники варіюють у межах 70-2000 μPa^2 . Підвищення показників потужності у глухих приголосних може свідчати про їх лєнізацію, а значить про послаблення напруженості. Отже: *напруженість звуків зворотно пропорційна їх потужності*.

Внаслідок дослідження залежності між напруженістю глухих пловизів і їх потужністю було встановлено наступне:

1. Продовженість аспіративної фази передстикових глухих пловизів не впливає на рівень потужності, бо ступень повітряності не є визначальним для характеристики звуків як напружених. Пловизи з мінімальною аспіративною фазою (10-15 мсек.), але з максимальною фазою зімкнення (60-90 мсек.) мають потужність 100-300 μPa^2 . Скорочення зімкнення до 7-10 мсек. призводить до різкого збільшення показників потужності (до 3000 μPa^2 і вище), що свідчить про загальне послаблення артикуляції, яке відображається в лєнізації глухих передстикових пловизів.

2. Серед факторів, які впливають на послаблення напруженості глухих передстикових пловизів, слід назвати, перш за все, сполучуваність фінальних пловизів з попереднім звуком. Тип стику, а також просодичні фактори впливають на напруженість пловизів у меншій мірі. У випадках, коли зімкнутому проривному передують гоморганный сонорний, фаза зімкнення може значно скоротитися або бути повністю відсутньою, бо функцію зімкнення в цьому випадку виконує сам сонорний звук (kommend. Funk). У стиках, де глухий пловиз опиняється у позиції між двома сонорними і, отже, подзвінчувався, рівень потужності досягав 8000-20000 μPa^2 (Prozent mehr und neunzig). Подібне подзвінчення спостерігається також у сполученнях пловизів з попереднім голосним, де вирішальну роль відіграє гоморганність поєднання. Якщо пловиз і попередній голосний не подібні за місцем творення, таке поєднання впливає на подзвінчення зімкнення, а також усього звука в цілому (Grad, hat).

3. Напруженість фази зімкнення, а отже, усього звука в цілому, буде зростати, якщо пловизу буде передувати щільний приголосний (August von, Gericht Berlin, Wirtschaft wächst). В таких сполученнях фаза зімкнення становить 60-70% від продовженості всього пловиза, а рівень потужності спадає до 100-200 μPa^2 .

Проведене експериментально-фонетичне дослідження показало, що фінальні глухі пловизи в консонантних звукосполученнях на стику слів характеризуються частковою або повною втратою аспірації, скороченням експлозивної фази, лєнізацією, що є наслідком загального послаблення артикуляції. Такі модифікації приголосних на стику слів відбуваються внаслідок процесів асиміляції і коартикуляції звуків і залежать як від позиційно-комбінаторних факторів, так і від просодії мовленнєвого висловлювання. Дослідження акустико-артикуляторних особливостей сполучень фонем на стику слів спрямоване на розробку надійних критеріїв микро- і макросегментації звукового тексту, необхідних для автоматичного розпізнавання та розуміння мовлення. Результати дослідження можуть знайти застосування в галузі культури мовлення у засобах масової інформації, у навчальному процесі для досягнення безакцентної вимови, а також у логопедичній та фоніатричній практиці.

Література

1. Бодуэн де Куртенэ И.А. Введение в языковедение. // Избранные труды по общему языкознанию. – М., 1963, т.2.
2. Бухаров В. М. Варианты норм произношения современного литературного языка. Н.Новгород, 1995.
3. Зиндер Л.Р. Общая фонетика. – М., 1979.
4. Златоустова Л.В., Потапова Р.К., Трунин-Донской В.Н. Общая и прикладная фонетика. М., 1986.
5. Потапова Р.К., Блохина Л.П. Средства фонетического членения речевого потока в немецком и русском языках. – М., 1986.
6. Потапова Р.К. Введение в лингвокибернетику. – М., 1990.
7. Потапова Р.К., Линднер Г. Особенности немецкого произношения. – М., 1991.

8. Потапова Р.К. Речь: коммуникация, информация, кибернетика. – М., 1997.
9. Потапова Р.К., Гордеева Т.А. К вопросу о пограничных сигналах в современном немецком языке // Вопросы языкознания, 1998, № 2, с. 118-128.
10. Реформатский А.А. Введение в языковедение. / Под ред. В.А. Виноградова. – М., 1998.
11. Ammon U. Deutsch als plurinationale Sprache: Unterschiedliche Aussprachestandards für Deutschland, Österreich und die deutschsprachige Schweiz. // Hallesche Schriften zur Sprechwissenschaft und Phonetik, Band 1, 1996.
12. Burger H. Gesprochene Sprache am Radio. Zürich, 1979.
13. Fowler C., Saltzman E. Coordination and coarticulation in speech production // Language and Speech 36, pp. 171-195.
14. Kohler K. Einführung in die Phonetik des Deutschen. Berlin, 1977.
15. Krech E.-M. Probleme der Erforschung und Kodifizierung des Aussprachestandards – aufgezeigt am Beispiel von Deutschland und Österreich. // Hallesche Schriften zur Sprechwissenschaft und Phonetik, Band 2, 1997.
16. Kühnert B. Die alveolar-velare Assimilation bei Sprechern des Deutschen und Englischen: Kinematische und perzeptive Grundlagen // Forschungsberichte, 35, 1997, Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München. – S. 175-379.
17. Lindner G. Der Sprechbewegungsablauf. Eine phonetische Studie des Deutschen. Berlin, 1975.
18. Lotzmann G. Zur Aspiration der Explosivae im Deutschen. // Wiss. Zs. Univ. Halle, Ges u. Sprachw. Reihe, 1975.
19. Machelett K., Tillmann H.G. Das Lesen von Sonogrammen. München, 1998.
20. Saltzman E., Muhall K. A dynamical approach to gestural patterning in speech production. // Ecological Psychology 1, 333-382.
21. Schmitz U. Neue Medien und Gegenwartssprache. Lagebericht und Problemskizze. // Osnabrücker Beiträge zur Sprachtheorie, Oldenburg, 1995.
22. Tillmann H.G., Schiel F. Akustische Phonetik. München, 1998.
23. Wissenberg A. Veränderungen in der Sprache der Fernsehnachrichten im Dualen Rundfunksystem. Sprachwissenschaftliche Untersuchung von öffentlich-rechtlichen und privaten Nachrichtensendungen aus dem Jahre 1986 und 1994. Duisburg, 1995.