

UDK: 811.512.133`42:004.89

GAPNING SEMANTIK STRUKTURASINING ONTOLOGIK MODELINI YARATISH

Xudoykulova Nargiza Ravshanovna,
Magistrant
n.khudaykulova@newuu.uz
TATU

Eshmurodova Madina Dilshod qizi,
Magistrant
madinadilshodovna313@gmail.com
TATU

Annotatsiya. Ushbu tezisda gapning semantik strukturasi tushunchasi va uning ontologik modelini yaratish zarurati tahlil qilinadi. Semantik komponentlarni aniqlash, ularning o'zaro bog'liqligi, rollar va munosabatlar tizimini shakllantirish orqali til birliklarining kompyuterda qayta ishlanishiga imkon beruvchi konseptual model ishlab chiqiladi. Tezisda ontologik yondashuv asosida gap tuzilmasining formal tavsifi hamda uni tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) tizimlariga integratsiya qilish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi.

Abstract. This thesis examines the concept of the semantic structure of a sentence and the necessity of developing its ontological model. Through identifying semantic components, their interrelations, and forming a system of roles and relations, a conceptual model that enables the computer processing of linguistic units is developed. The formal description of sentence structure based on ontological approaches, and the possibilities of integrating it into Natural Language Processing (NLP) systems, are explored. The thesis also discusses how such a model can be applied in various NLP tasks, such as automatic translation, information extraction, and text understanding.

Аннотация: В данной работе рассматривается концепция семантической структуры предложения и необходимость разработки её онтологической модели. Путём определения семантических компонентов, их взаимосвязей и формирования системы ролей и отношений разрабатывается концептуальная модель, которая позволяет обрабатывать языковые единицы с помощью компьютера. Также анализируется формальное описание структуры предложения на основе онтологического подхода и возможности интеграции модели в системы обработки естественного языка (NLP). В работе рассматриваются способы применения данной модели в таких задачах NLP, как автоматический перевод, извлечение информации и понимание текста.

Kalit soʻzlar: *semantik struktura, ontologik model, gap tahlili, tabiiy tilni qayta ishlash, semantik rollar, konseptual model*

Zamonaviy tilshunoslik va kompyuter lingvistikasi sohasidagi taraqqiyot tabiiy tilning chuqur semantik tahliliga boʻlgan ehtiyojni sezilarli darajada oshirgan. Ayniqsa, sunʼiy intellekt (AI), mashinaviy tarjima, dialog tizimlari, va matnlarni avtomatik tushunish kabi yoʻnalishlar kontekstida gapning semantik strukturasining tahlili markaziy oʻrin tutadi. Gapdagi semantik komponentlar, ularning oʻzaro bogʻliqligi, rollari va munosabatlar tizimi til birliklarining mazmun jihatdan toʻgʻri qayta ishlanishini taʼminlashga yordam beradi.

Shu sababli, gapning semantik strukturasini va uning ontologik modelini yaratish masalasi, ayniqsa, tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) tizimlarida katta ahamiyat kasb etadi. Ushbu modelni yaratish orqali kompyuterlar uchun tilni "tushunish" imkoniyati yaratiladi, bu esa oʻz navbatida oʻzbek tilining raqamli vositalarda qoʻllanilishini kengaytiradi va uning sunʼiy intellekt texnologiyalaridagi ishtirokini kuchaytiradi.

Gapning semantik strukturasini va uning ontologik modelini yaratish zarurati, ayniqsa, quyidagi sohalarda dolzarbdir:

1. **Tabiiy tilni qayta ishlash (NLP):** NLP sohasida, tilning semantik tuzilmasini toʻgʻri qayta ishlash kompyuterlar uchun tabiiy tilni tushunish va ishlov berish imkonini yaratadi. Masalan, matnni avtomatik tarjima qilish, matnni tahlil qilish va maʼlumotni ajratib olish tizimlarida gapning semantik tuzilmasi toʻgʻri aniqlanishi zarur.

2. **Sunʼiy intellekt (AI) va mashinaviy oʻrganish:** AI tizimlarida tilni tushunish va unga asoslangan qarorlar qabul qilish jarayonida gaplarning semantik tuzilmasi muhim rol oʻynaydi. Ontologik yondashuv bu tizimlarga yanada yuqori darajada aniq va ishonchli natijalar berishda yordam beradi.

3. **Mashina tarjimasi:** Xususan, avtomatik mashina tarjimasi tizimlarida biror tilda olingan gapning toʻgʻri semantik tarjimasi, mantiqiy tushunchalar va ularning oʻzaro bogʻliqligini toʻgʻri aniqlashni talab qiladi. Bu esa gapning semantik strukturasini chuqur tahlil qilishni zarur qiladi.

Semantik Tuzilishning Amaliyotdagi Ahamiyati



4. **Korpus lingvistikasi:** Korpus tahlili va matnlarni indeksatsiya qilishda, tilning semantik strukturasi to'g'ri aniqlash va tuzish orqali, til birikmalarining mazmunini yaxshiroq tahlil qilish mumkin bo'ladi. Bu esa tilshunoslik sohasidagi yangi ilmiy yondashuvlarni ishlab chiqish uchun asos bo'ladi.

5. **Dialog tizimlari:** Sun'iy intellektga asoslangan chat-botlar va boshqa dialog tizimlarida, gaplarning semantik strukturasi to'g'ri aniqlash, foydalanuvchining so'rovlariga aniq va tegishli javoblarni bera olish imkonini beradi.

6. **Bilim bazalari va ontologiyalar:** Ontologik modellardan foydalangan holda bilim bazalarini yaratish, turli sohalarida maxsus bilimlarni tizimli ravishda saqlash va ulardan samarali foydalanish imkonini beradi.

Gapning semantik strukturasi aniqlash va uning ontologik modelini yaratish, tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) tizimlari uchun muhim vazifa hisoblanadi. Bugungi kunda tabiiy tilni tushunish va ishlov berish jarayonlarida til birikmalarining semantik tarkibini aniq ifodalash zarurati mavjud. Bu esa, tizimlarga yanada mukammal ishlov berish imkonini beradi. Tabiiy tilda mavjud bo'lgan shakldoshlarni (ko'p ma'nolilik) va sintaktik murakkabliklarni aniqlashda, gapning semantik strukturasi to'g'ri tashkil etilishi kerak.

Ushbu masala, asosan, quyidagi muammolarni hal qilishni talab etadi:

1. **Shakldoshlarni aniqlash:** Gaplarning bir nechta ma'nolarga ega bo'lishi, NLP tizimlari uchun muammo yaratadi. Gapning semantik strukturasi to'g'ri modellashtirish orqali bunday ambiguitetlarni bartaraf etish mumkin.

2. **Mantiqiy tuzilmalarni aniqlash:** Gapdagi ob'ektlar, ularning rollari, o'zaro munosabatlarini to'g'ri belgilash, NLP tizimlariga yuqori darajadagi semantik tahlil imkoniyatini yaratadi.

3. **Syntagmatik va paradigmatic munosabatlar:** Gapdagi so'zlarning o'zaro bog'lanishlari va ular o'rtasidagi munosabatlarni aniq aniqlash, tahlil qilish va semantik ma'nolarni tuzishda zarurdir.

Semantik struktura va ontologik modellarning yaratilishida quyidagi texnologiyalar va yondashuvlar qo'llaniladi:

1. **Natural Language Processing (NLP) texnologiyalari:** NLP sohasidagi texnologiyalar gapni semantik va sintaktik tahlil qilishda, so'zlar orasidagi munosabatlarni aniqlashda va ularni aniq semantik struktura sifatida ifodalashda ishlatiladi. NLP tizimlari ko'plab algoritmlar, masalan, ma'lumotlarni ajratib olish, avtomatik tarjima, sentiment tahlili va boshqalar yordamida semantik ma'lumotlarni ishlov berish imkoniyatini beradi.

2. **Ontologiyalar yaratish:** Ontologiyalar yaratish uchun maxsus metodlar va asboblari (masalan, Protégé, OWL) mavjud. Bu asboblari semantik struktura va uning ichidagi tushunchalar o'rtasidagi munosabatlarni aniq tasvirlashga yordam beradi. Ontologiya yaratish jarayonida semantik bog'lanishlarni tahlil qilish va modellashtirishga imkon beruvchi texnologiyalar qo'llaniladi.

3. **Semantik tahlil algoritmlari:** Semantik tahlil uchun maxsus algoritmlar ishlab chiqilgan, ular gapdagi so'zlar o'rtasidagi semantik munosabatlarni aniqlaydi. Misol uchun, “*dependency parsing* va *semantic role labeling*” kabi algoritmlar yordamida gapdagi har bir so'zning ma'nosi va uning boshqa so'zlar bilan bo'lgan o'zaro bog'lanishlari aniqlanadi.

4. **Mashina o'rganish (Machine Learning) metodlari:** Mashina o'rganish algoritmlari gaplarning semantik strukturasi to'g'ri modellashtirishda va o'rganish jarayonida ishlatiladi. Model, oldindan o'rganilgan ma'lumotlarga asoslanib, yangi gaplarning semantik strukturasi aniqlashga yordam beradi.

5. **Bilim bazalari:** Bilim bazalari va ontologik modellar, tizimlarning semantik ma'lumotlarini saqlash va ishlov berishda qo'llaniladi. Ular til birikmalarining to'g'ri tuzilishini va ularning mantiqiy bog'lanishlarini tashkil etadi.

Kompyuter lingvistikasi va tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) sohasidagi rivojlanishlar, asosan, tilning semantik tuzilmalari va ularning kompyuter tizimlari

tomonidan tushunilishi bilan bog'liqdir. Bu jarayon, ayniqsa, gapning semantik strukturasining formal tavsiflanishi va uni ontologik model asosida ifodalashni talab qiladi.

Semantik tahlil — bu tabiiy tilni kompyuterlar tomonidan tushunish va qayta ishlashga yo'naltirilgan ilmiy soha bo'lib, unda gapdagi ma'no va uning tarkibiy qismlari (predikatlar, sub'ektlar, ob'yektlar va ularning o'rtasidagi munosabatlar) aniqlanadi. Ontologiya esa bu ma'no va munosabatlarni rasmiylashtirish va tizimlashtirish uchun ishlatiladigan modeldir. Ontologiyalar kompyuter tizimlariga ma'lumotlarni tahlil qilish, qayta ishlash va saqlashda aniq ma'no va munosabatlarni yaratishga yordam beradi.

Gapning semantik tuzilmasi, tilshunoslikda, asosan, gapdagi elementlarning bir-biriga qanday bog'lanishini va ular orasidagi munosabatlarni tushunishni o'z ichiga oladi. Masalan, sub'ekt va predikat o'rtasidagi bog'liqlik, ob'yekt va predikat o'rtasidagi munosabatlar va shu kabilar. Tabiiy tilni qayta ishlashda bu tuzilmalarni aniqlash va to'g'ri talqin qilish juda muhim.

Ontologik modellashtirish tabiiy tilni qayta ishlashda muhim rol o'ynaydi. Bu jarayon, tabiiy tilni kompyuterlar tomonidan tushuniladigan va semantik jihatdan to'g'ri qayta ishlanishi uchun talab qilinadi. Ontologiyalar tilning semantik strukturasini tizimli va rasmiy tarzda tasvirlashga imkon beradi, shuningdek, semantik tahlil va natural language processing (NLP) tizimlarining samaradorligini oshiradi.

Tilshunoslikda gap tuzilmasi va semantik tahlil masalalari bo'yicha ko'plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Xususan:

- **Chomsky N.** (Transformatsion-generativ grammatika asoschisi) – Chomsky gap tuzilmasini formal model asosida tahlil qilishga harakat qilgan. Biroq, uning modeli ko'proq sintaktik jihatga e'tibor beradi, semantik struktura va ularning ontologik tasnifi yetarli darajada yoritilmagan. Bu, tabiiy tilni qayta ishlashda sintaksis va semantikaning to'liq integratsiyasining zarurligini ko'rsatadi.

- **Fillmore Ch.** (Case Grammar muallifi) – Fillmore gapdagi rollarni (agent, object, location va b.) tahlil qilishga harakat qilgan. Biroq, bu model hozirgi NLP va ontologik tizimlarga to'liq integratsiyalash uchun yetarlicha mos emas, chunki u struktura va semantikaning formal integratsiyasini bermaydi. Bu esa, tilni tushunish va ishlov berish tizimlarida tizimli va chuqur tahlil zarurligini ta'kidlaydi.

- **Paducheva E.V., Apresyan Yu.D.** – Paducheva va Apresyan rus tilshunosligida semantik rollar va tavsiflar masalasini chuqur o'rganishgan. Ularning ishlari ko'plab ontologik lug'atlar va avtomatik tahlil tizimlariga asos bo'lgan. Biroq, ularning ishlari umumiy modeldan ko'ra ko'proq konkret lug'aviy birliklar

doirasida cheklangan, bu esa semantik tahlilni kengroq doiraga tatbiq etish imkoniyatlarini cheklaydi.

● **Jurayev O., Erkinov T.** kabi o'zbek tilshunoslari – O'zbek tilidagi gap tuzilmasi, semantik rollar va morfologik jihatlar bo'yicha tadqiqotlar olib borgan. Lekin bu ishlarning aksariyatida ontologik modellashirish usuli chuqur qo'llanilmagan, ya'ni tilni kompyuter tomonidan tushunishga imkon beradigan formal tizimlar yaratishda yetarli rivojlanish kuzatilmagan.

Yuqoridagi ishlarda semantik struktura masalasi turli jihatlarida yoritilgan bo'lsa-da, ontologik model yaratish, ya'ni formal, kompyuterga mos tushuncha va munosabatlar tizimini ishlab chiqish ko'p hollarda yetarli darajada bajarilmagan. Shuningdek, hozirgi zamon NLP tizimlari bilan uzviy bog'lanish, ma'lumotlar ontologiyasiga asoslangan avtomatik semantik tahlil imkoniyatlari hali to'liq o'z yechimini topmagan.

Bunday vaziyatda, ontologik modelni yaratish va uning NLP tizimlari bilan integratsiyasini rivojlantirish, bugungi kunda ilmiy tadqiqotlar va amaliyotda katta ahamiyat kasb etadi. Garchi ba'zi dasturiy yechimlar mavjud bo'lsa-da, ular ko'pincha aniq, keng qamrovli va kompleks semantik tahlilni taqdim eta olmaydi. Bu esa, shuningdek, mashina o'rganish va tabiiy tilni qayta ishlash tizimlarining samaradorligini pasaytirishi mumkin.

Semantik tahlilni takomillashtirish uchun, ontologik modellar nafaqat grammatika va sintaksisga asoslangan, balki tilning ma'naviy va mantiqiy aspektlarini o'z ichiga olishi kerak. Yangi avlod ontologik modellarni yaratish, shu bilan birga, NLP texnologiyalarining imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qilishi mumkin. Aynan shu nuqtada, bugungi kunda semantik strukturaning chuqur tahlili va murakkab tushunchalar o'rtasidagi aloqalarni o'rganish, kelajakdagi ilmiy va amaliy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylanishi kutilmoqda.

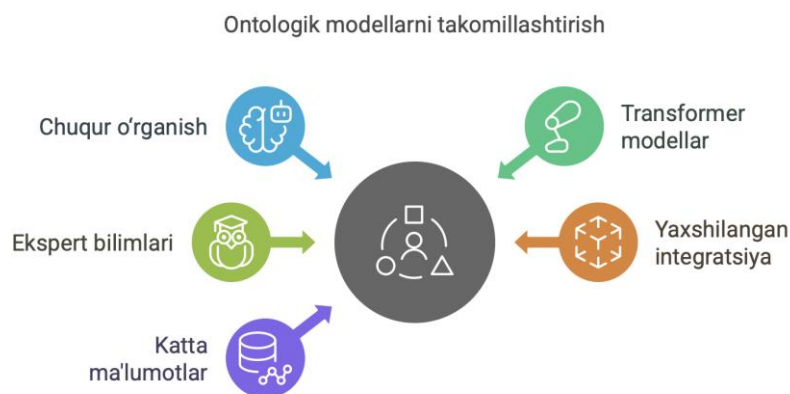
Kelajakda semantik tahlil va ontologik modellarni takomillashtirish uchun bir nechta yo'nalishlar mavjud.

Birinchidan, tabiiy tilni qayta ishlash sohasidagi yangi yondoshuvlar, masalan, chuqur o'rganish (deep learning) va transformer modellari, ontologik tahlilni avtomatlashtirishda katta imkoniyatlar yaratmoqda. Ushbu texnologiyalar yordamida, tilning yanada murakkab va nozik jihatlarini tushunish va avtomatik tarzda ma'lumotlarni tahlil qilish mumkin bo'ladi.

Ikkinchidan, ontologik modellarni joriy qilishda kollaborativ va interaktiv yondoshuvlar muvaffaqiyatli bo'lishi mumkin. Bunda, ekspert tizimlari yoki foydalanuvchilarning bilimi bilan to'ldirilgan dinamik ontologiyalar yaratish mumkin. Bu orqali modelning aniqligi va moslashuvchanligi oshadi, chunki

foydalanuvchilar yoki ekspertlar tizimga yangi tushunchalar va munosabatlarni qo'shish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Uchinchidan, global va dinamik kontekstda semantik tahlilni rivojlantirish uchun, ontologiyalar va ma'lumotlar bazalari o'rtasida yaxshilangan integratsiya zarur. Ma'lumotlarning doimiy o'zgarishi va yangi bilimlarning paydo bo'lishi sharoitida, ontologik modellarni yangilash va moslashtirish tizimi samarali ishlashi kerak.



Shu bilan birga, tilni qayta ishlash sohasida yirik ko'lamli ma'lumotlarni tahlil qilishda, ma'lumotlar bazalaridan va real vaqt tizimlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Bunday yondoshuvlar NLP va ontologik modellarning faoliyatini kengaytirishga yordam beradi, shu bilan birga, ular aniq va tezkor qarorlar qabul qilishda qo'llaniladi.

Bundan keyin, olingan nazariy bilimlarni amaliy jihatdan qo'llash masalasi turli sohalarda katta ahamiyatga ega. Ontologik modellarning samarali ishlashi uchun ularning turli ilovalarda, masalan, tibbiyot, moliya, ta'lim va boshqa sohalarda qanday ishlashini ko'rib chiqish muhimdir. Shuningdek, bu modellarning avtomatik semantik tahlilga asoslangan tizimlar bilan birgalikda ishlash imkoniyatlari hamda ularni real vaqt tizimlarida qo'llash masalalari o'rganilishi zarur.

Ontologik modellarni qo'llashda, ayniqsa, tillarni qayta ishlashda va ma'lumotlarni tahlil qilishda, bunday yondoshuvlar yordamida yangi bilimlar va tushunchalarni kiritish uchun zarur bo'lgan ilmiy-uslubiy bazani yaratish lozim. Shuningdek, ilg'or algoritmlar, masalan, mashinani o'rganish va sun'iy intellekt metodlari, ontologik modellarni tahlil qilish va ishlash jarayonini yanada samarali va aniq qiladi.

Amaliyotda, ontologik modelni yaratishda quyidagi bosqichlar muhim ahamiyatga ega:

1. **Tushunchalar va munosabatlarni aniqlash:** Tilshunoslik va semantik tahlil bo'yicha mavjud bilimlar asosida, aniq tushunchalar va munosabatlarni shakllantirish zarur. Bu bosqichda tilning o'ziga xos xususiyatlarini inobatga olish muhimdir.

2. **Modelni yaratish va integratsiya qilish:** Yaratilgan ontologik modelni real tizimga integratsiya qilish, ya'ni ma'lumotlarni avtomatik tarzda tahlil qilish imkoniyatlarini yaratish. Bu bosqichda ma'lumotlar bazalari va NLP tizimlari o'rtasida samarali integratsiya muhimdir.

3. **Test va optimallashtirish:** Modelni sinovdan o'tkazish va optimallashtirish. Bu bosqichda ma'lumotlar tahlili natijalari asosida, modelning aniqligini oshirish va uning ishlashini takomillashtirish zarur.

Ontologik modellarni yaratish va ularni semantik tahlil tizimlariga integratsiya qilish jarayonida bir qator muammolar va cheklovlar mavjud. Birinchidan, til va tushunchalarning murakkabligi, inson tilining noaniqliklari va ko'plab ma'lumotlar turlicha talqin qilinishi ontologiyani aniqligini kamaytiradi. Ayniqsa, natural tilni qayta ishlash (NLP) sohasidagi tizimlar, o'z vaqtida yangi bilimlarni integratsiya qilish va yangilash masalalarida qiyinchiliklarga duch keladi.

Ikkinchidan, ontologiyani kengaytirilishi va uning dinamikasi bilan bog'liq muammolar ham mavjud. Ma'lumotlarning doimiy o'zgarib turishi va yangilanishi modelni muntazam ravishda qayta tuzishni talab qiladi, bu esa ishlab chiqish va saqlash xarajatlarini oshiradi. Bundan tashqari, turli sohalarda ishlatiladigan ontologiyalarni moslashtirish va umumiy tizimga integratsiya qilish murakkab bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari, ontologik modellarning samarali ishlashi uchun kuchli va samarali texnologik infratuzilma talab etiladi. Bu tizimlar ko'pincha katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashni talab qiladi, shuning uchun yuqori sifatli serverlar va hisoblash resurslari kerak bo'ladi.

Biroq, bu muammolar va cheklovlar yangi texnologiyalar, masalan, mashinani o'rganish va sun'iy intellektning rivojlanishi bilan bartaraf etilishi mumkin. Kelajakda ontologik modellarning ishlashi, ayniqsa, avtomatik semantik tahlil tizimlari bilan birgalikda, yanada aniqroq va samarali bo'ladi. Shuningdek, yangi algoritmlar va texnologiyalar yordamida ontologiyani kengaytirilishi va integratsiyasi jarayonlari osonlashadi.

Yuqoridagi ishlarda, semantik struktura va ontologik modellarni yaratishning ilmiy va amaliy ahamiyati ko'rib chiqildi. Tizimlar va ma'lumotlarni aniq va samarali tashkil qilish uchun ontologiyalar yirik rol o'ynaydi, chunki ular

bilimlarni tizimli va tushunarli shaklda ifodalash imkonini beradi. Bu, o'z navbatida, avtomatik semantik tahlilni amalga oshirishda va tabiat tilini qayta ishlashda yanada samarali natijalarni ta'minlaydi.

Biroq, ontologik modellarni ishlab chiqishda va ularni mavjud tizimlar bilan integratsiya qilishda hali ko'plab muammolar va qiyinchiliklar mavjud. Xususan, tilning noaniqligi, ma'lumotlarning ko'pligi va tez o'zgarishi, shuningdek, ilg'or texnologiyalarning ishlab chiqilishi uchun zarur bo'lgan infratuzilmaning mavjud emasligi cheklovlar yaratadi. Bu masalalar hali to'liq hal qilinmagan.

Shunga qaramay, kelajakda yangi texnologiyalar va metodologiyalarning rivojlanishi bilan ontologik modellar va semantik tahlil tizimlarining samaradorligi yanada oshadi. Sun'iy intellekt va mashina o'rganish sohasidagi yuksak yutuqlar ontologiyalarni tezda yangilash va kengaytirish imkonini beradi, shuningdek, ularni yanada kuchliroq va moslashuvchan qiladi.

Kelajakdagi izlanishlar ontologiyalarni turli sohalarga moslashtirish, ular orasidagi aloqalarni yanada aniqroq va samaraliroq tashkil etishga qaratilgan bo'lishi kerak. Shu bilan birga, ontologik modellarni amaliyotga keng joriy etish va mavjud tizimlarga integratsiyalash jarayonlari o'rganilishi va takomillashtirilishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Jurafsky, D., & Martin, J. H. *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. Prentice Hall, 2021.
2. Goldberg, Y. *Neural Network Methods for Natural Language Processing*. Morgan & Claypool Publishers, 2017.
3. Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. NAACL-HLT, 2019.
4. Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., Levy, O., Lewis, M., Zettlemoyer, L., & Stoyanov, V. *RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach*. arXiv, 2019.
5. Ляпин, А., Стернин, И., & Михайлова, Л. *Обработка текстов на естественном языке: Современные подходы и методы*. Наука, 2016.
6. Садовничий, В. А., & Ли, В. В. *Семантика и синтаксис: Теории и модели*. ИТМ и ВШЭ, 2020.
7. Гречушкин, С. В., & Казаков, О. И. *Методы синтаксического анализа текста для вычислительных лингвистов*. Физматлит, 2019.



8. Казаков, И. Л., & Попов, И. А. *Нейросетевые методы в обработке текста*. БХВ-Петербург, 2018.
9. Shukurov, B. A. *Tabiiy tilni qayta ishlash: Muammolar va yechimlar*. Fan, 2017.
10. Rakhmatullayev, M., & Tashpulatov, B. *Kompyuter lingvistikasi va tabiiy tilni qayta ishlash*. Universitet, 2019.
11. Xamrayev, B., & Baqoyev, R. *Algoritmlar va tabiiy tilni qayta ishlash texnologiyalari*. Innovatsiya, 2018.
12. Tojiboev, N. *Uzbek tilida semantik tahlil va uning amaliyotda qo'llanilishi*. Qomus, 2020.