

**“THEORY OF INTELLIGENT CONTROL”**  
**WEEK-11. SEMANTIC NETWORKS.**

**“INTELLEKTUAL BOSHQARISH NAZARIYASI” FANIDAN**

**№ 11-MA’RUZA**

**MAVZU: SEMANTIK TARMOQLAR**

***Reja:***

1. Semantik tarmoqlar xaqida umumiy tushunchalar
2. Semantik tarmoqlar yordamida bilimlarni ifodalash
3. Semantik tarmoqlarni qurish tamoyillari

***Tayanch so‘z va iboralar:*** semantik tarmoqlar, tugunlar va qirralar, taksonomiya va ontologiya, aloqalar va munosabatlar, bilim va belgilar, ma’lumotlar tuzilishi, axborot qidirish, ierarxik tashkilot, grafik modeli, matnning semantik tahlili

**11.1. Semantik tarmoqlar xaqida umumiy tushunchalar**

Semantik tarmoqlar tushunchalar orasidagi munosabatlarni tasvirlash uchun grafikdan foydalanadigan bilimlarni namoyish qilish modelidir. Ular tugunlardan (tushunchalar yoki tushunchalarni ifodalovchi) va aloqalardan (ushbu tushunchalar orasidagi munosabatlarni aks ettiruvchi) tashkil topgan. Asosiy g'oya shundan iboratki, tushunchalar bir-biri bilan ma'lum munosabatlar orqali bog'lanadi va ular orasidagi bog'lanishlar yo'naltirilgan qirralar sifatida ifodalanadi.

Semantik tarmoqlar tilshunoslik, sun'iy intellekt, psixologiya va axborot texnologiyalari kabi turli sohalarda qo'llaniladi. Ular qidiruv tizimlarida, matnni qazib olishda, bilim bazalari va ma'lumotlarni qidirish tizimlarini ishlab chiqishda qo'llaniladigan bilim va tushunchalar o'rtasidagi munosabatlarni modellashtirishga yordam beradi.

Semantik tarmoq - bu grafik bo'lgan ma'lumotlar strukturasi bo'lib, bu yerda tugunlar (cho'qqilar) tushunchalarni, qirralari (bo'g'inlar) esa bu tushunchalar orasidagi bog'lanish va munosabatlarni bildiradi. Semantik tarmoqlar bilimlarni

tartibga solish va ifodalash, shuningdek, matnlarni qayta ishlash va tahlil qilish, ma'lumotlarni olish va semantik muammolarni hal qilish uchun ishlatiladi.

Semantik tarmoqlar bilan bog'liq umumiy tushunchalar:

1. Tugunlar (cho'qqilar): Tugunlar bir-biriga bog'lanishi mumkin bo'lgan tushunchalar, atamalar yoki ob'ektlarni ifodalaydi. Har bir tugunning o'ziga xos nomi yoki identifikatori mavjud.

2. Qirralar (bog'lanishlar): Qirralar tugunlar orasidagi munosabatlar va aloqalarni ifodalaydi. Ular yo'nalishga ega (yo'naltirilgan qirralar) yoki yo'nalishsiz (yo'naltirilmagan qirralar) bo'lishi mumkin. Kenarlarda munosabatlarning tabiatini tavsiflovchi metama'lumotlar bo'lishi mumkin.

3. Taksonomiya: Semantik tarmoqlar ko'pincha taksonomiyadan foydalanadi, bu erda tugunlar daraxt tuzilishida ierarxik tarzda tashkil etilgan. Bu tushunchalarni tartibga solish va ularning munosabatlarini aniqlash imkonini beradi.

4. Ontologiya: Ontologiya - bu sohadagi tushunchalar, munosabatlar va cheklovlarni belgilaydigan kontseptual modelning rasmiy spetsifikatsiyasi. Ontologiyalar bilimlarni tuzish va semantik tarmoqlarda izchillikni ta'minlash uchun ishlatiladi.

5. Atributlar va qiymatlar: Semantik tarmoqlar tushunchalar orasidagi aloqalardan tashqari, tugunlarning xususiyatlarini tavsiflovchi atributlar va qiymatlarni o'z ichiga olishi mumkin. Masalan, "avtomobil" tugunlari uchun atributlar "model", "rang", "tezlik" va boshqalar bo'lishi mumkin.

6. Bilimlar bilan o'zaro aloqa: Semantik tarmoqlardan ma'lumot olish, matnni qazib olish muammolarini hal qilish, semantik tahlil va bilimlarni tashkil etish va ifodalash bilan bog'liq ko'plab boshqa ilovalar uchun foydalanish mumkin.

Semantik tarmoqlar sun'iy intellekt, axborot qidirish, tabiiy tilni qayta ishlash va semantik veb-texnologiyalar sohalarida muhim rol o'ynaydi. Semantik tarmoqlar bilimlarni ifodalash va tartibga solish uchun foydali bo'lgan bir qancha muhim xususiyatlarga ega:

- *Bilimlarni modellashtirishda moslashuvchanlik*: Semantik tarmoqlar har xil turdagi bilimlarni va ular orasidagi munosabatlarni, jumladan, oddiy munosabatlarni, murakkab atributlarni va ierarxiyalarni ifodalash imkonini beradi.

- *Bilimlarning tuzilishi*: Ular bilimlarni grafiklar ko‘rinishida tartibga solish imkonini beradi, bu esa tushunish va qayta ishlashni osonlashtiradi.

- *Ontologiyalardan foydalanish*: Semantik tarmoqlarda tez-tez qo‘llaniladigan ontologiyalar atamalar va ularning munosabatlariga rasmiy ta’riflar beradi, ma’lumotlarni izohlash va semantik noaniqlikni osonlashtiradi.

- *Muammo yechishda yordam*: Semantik tarmoqlar axborot izlash, matn tahlili bilan bog‘liq muammolarni hal qilish va savol-javoblarni qayta ishlash tizimlarini qo‘llab-quvvatlash uchun ishlatiladi.

- *Turli ma’lumotlar manbalarining integratsiyasi*: Ular turli manbalardan olingan bilimlarni birlashtirish imkonini beradi, bu juda ko‘p ma’lumotlar bilan ishlaydigan murakkab tizimlarni yaratishda foydalidir.

- *Qidiruv samaradorligi*: Semantik tarmoqlar axborotni yanada samarali qidirishga yordam beradi, chunki ular tushunchalar orasidagi semantik munosabatlarni hisobga olish imkonini beradi.

- *Kengaytirish va o‘zgartirish*: Ularning tuzilishi bilimlar bazasini va o‘zgarishlarni oson kengaytirish imkonini beradi hamda yangi ma’lumotlar va munosabatlarga moslashishda moslashuvchanlikni ta’minlaydi.

Bu xususiyatlar semantik tarmoqlarni fan va texnologiyadan tortib biznes va axborot texnologiyalarigacha bo‘lgan turli sohalardagi bilimlarni ifodalash va ular bilan ishlash uchun kuchli vositaga aylantiradi.

Semantik tarmoqlarda eng ko‘p ishlatiladigan aloqalar:

- atributiv bog‘lanishlar - "mulkga ega bo‘lish" (xotira - hajm);
- qism - butun - "bir qismi bor" (velosiped - rul);
- funktsional bog‘lanishlar - "ishlab chiqaradi", "ta'sir qiladi";
- miqdoriy - "ko‘proq", "kamroq", "teng";
- fazoviy - "uzoq", "yaqin", "orqada", "ostida", "yuqorida";
- vaqtinchalik - "avval", "keyinroq", "davrda";

- mantiqiy ulanishlar - "va", "yoki", "yo'q".

## **11.2. Semantik tarmoqlar yordamida bilimlarni ifodalash**

Semantik tarmoqlar tugun va havolalardan iborat. Tugunlar tushunchalar yoki ob'ektlarni ifodalaydi va havolalar bu tushunchalar yoki ob'ektlar o'rtasidagi munosabatlarni belgilaydi.

Semantik tarmoqdagi tugunlar qanday tushunchalar yoki ob'ektlarni ifodalashiga qarab turli xil bo'lishi mumkin. Masalan, qushlar haqidagi tarmoqda tugunlar "qush", "qanotlar", "qush uyasi" tushunchalarini ifodalashi mumkin. Har bir tugunning o'ziga xos nomi yoki identifikatori bor, shuning uchun uni noyob tarzda aniqlash mumkin.

Semantik tarmoqdagi havolalar tugunlar orasidagi munosabatlarni belgilaydi. Ulanishning ma'lum bir yo'nalishga ega bo'lishiga qarab, ular yo'nalishli yoki yo'nalishsiz bo'lishi mumkin. Masalan, "qush" va "qanotlar" tugunlari o'rtasidagi "bor" aloqasi yo'nalishli bo'lishi mumkin, chunki qushning qanotlari bor, lekin aksincha emas. Havolalar, shuningdek, tugunlar o'rtasidagi muayyan turdagi munosabatlarni ko'rsatish uchun har xil turdagi yoki teglarga ega bo'lishi mumkin.

Semantik tarmoq tuzilishi ierarxik bo'lishi mumkin yoki bo'lmasligi mumkin. Ierarxik tuzilmada tugunlar daraxtda tashkil etilishi mumkin, bunda har bir tugun ota-tugunga ega va bir yoki bir nechta tugunlarga ega bo'lishi mumkin. Ierarxik bo'lmagan tuzilma murakkabroq bo'lishi mumkin va ierarxiyaning turli darajalaridagi tugunlar orasidagi aloqalarni o'z ichiga oladi.

Semantik tarmoqlar grafik sifatida ifodalanishi mumkin, bunda tugunlar grafikning uchlarini, havolalar esa grafikning chetlarini ifodalaydi. Bu sizga grafik vositalar yordamida tarmoq strukturasi tasavvur qilish va tahlil qilish imkonini beradi.

Semantik tarmoqlar yordamida bilimlarni ifodalash modeli ob'ektlar, tushunchalar yoki hodisalarga mos keladigan tugunlar deb ataladigan cho'qqilardan va ko'rib chiqilayotgan ob'ektlar orasidagi munosabatlarni tavsiflovchi yoylardan iborat. Yoylarni turli usullar yordamida aniqlash mumkin. Odatda, ierarxiyani

ifodalash uchun IS-A (munosabat "bo'ladi") va HAS-PART (munosabat "qism bor") tipidagi yoylardan foydalaniladi. Shuningdek, ular tarmoqda meros ierarxiyasini o'rnatadilar, ya'ni. Tarmoqning quyi darajadagi elementlari yuqori darajadagi elementlarning xususiyatlarini meros qilib olishi mumkin, bu esa xotirani tejash imkonini beradi, chunki meros qilib olingan xususiyatlar haqidagi ma'lumot tarmoqning har bir tugunida takrorlanishi shart emas.

Semantik tarmoqlar bo'yicha xulosalar elementlar o'rtasidagi munosabatlar orqali amalga oshiriladi, ammo ular qarama-qarshilik xavfi bilan to'la.

Model universal va uni sozlash oson. Semantik tarmoqning o'ziga xos xususiyati - bilimning tizim sifatida ko'rinishidir.

Semantik tarmoqlar CASNET (Caysal Associational NETwork) tizimida qo'llaniladi. Rivojlanishning maqsadi kasalliklarning psixologik va funktsional modellariga asoslangan tibbiy diagnostika strategiyalarini o'rganish edi. Semantik tarmoqlar asosida geologlarga yordam berish uchun mo'ljallangan va uchta turdagi "maslahat" berishga qodir bo'lgan taniqli PROSPECTOR tizimi ishlab chiqilgan: ma'lum konlar mavjudligi uchun hududni baholash, mintaqaning geologik resurslarini baholash va burg'ulash uchun eng qulay hududni tanlash.

Dastur SRI International (geologik maslahatchilar bilan birgalikda) va AQSh tomonidan yaratilgan. Geologik tadqiqot. CASNET va PROSPECTOR tizimlarining jiddiy kamchiligi ularning qarorlarini tushuntirish qobiliyatining pastligidir.

### **11.3. Semantik tarmoqlarni qurish tamoyillari**

Semantik tarmoqlarni qurishda siz bir nechta printsiplarga amal qilish kerak:

Semantik yaqinlik printsiipi. Semantik tarmoqlar tushunchalar orasidagi semantik yaqinlik asosida quriladi. Demak, ma'no jihatdan yaqin bo'lgan tushunchalar o'zaro bog'liq bo'lishi, ma'no jihatdan har xil tushunchalar bir-biridan ajratilishi kerak.

Ierarxik tuzilish printsiipi. Semantik tarmoqlar odatda ierarxik tuzilishga ega bo'lib, bu erda tushunchalar ierarxiyaning turli darajalarida joylashgan. Bu

tushunchalarni mantiqiy tartibda tartibga solish va ularni umumiydan xususiylga tartiblash imkonini beradi.

Ko'p ulanish printsipl. Semantik tarmoqlardagi tushunchalar boshqa tushunchalar bilan bir nechta aloqaga ega bo'lishi mumkin. Bu tushunchalar o'rtasidagi turli jihatlar va munosabatlarni hisobga olish va semantik tuzilma haqida to'liqroq tushuncha yaratish imkonini beradi.

Kontekstga bog'liqlik printsipl. Semantik tarmoqlar ular ishlatiladigan kontekstga bog'liq bo'lishi mumkin. Bu shuni anglatadiki, tushunchalar o'rtasidagi munosabatlar aniq vaziyat yoki vazifaga qarab o'zgarishi mumkin. Shuning uchun semantik tarmoqlarni qurish va sharhlashda kontekstni hisobga olish muhimdir.

Modullilik printsipl. Semantik tarmoqlar alohida bilim sohalari yoki kontseptual domenlarni ifodalovchi modullar yoki pastki tarmoqlarga bo'linishi mumkin. Bu tarmoqni soddalashtirish va tuzilishga imkon beradi, shuningdek, uni tahlil qilish va o'zgartirishni osonlashtiradi.

#### Semantik tarmoqlar jadvali

#### 11.1-jadval

<b>Termin</b>	<b>Ta'rif</b>	<b>Misol</b>
<b>Semantik tarmoq</b>	Tushunchalar orasidagi semantik munosabatlarni ifodalovchi grafik model	"Mushuk" va "it" tushunchalari "hayvon" munosabati bilan bog'langan tarmoq.
<b>Tugun</b>	Semantik tarmoqda ifodalangan tushuncha yoki ob'ekt	Hayvonlarni ifodalovchi tarmoqdagi mushuk tugunlari
<b>Aloqa</b>	Semantik tarmoqdagi tugunlar orasidagi aloqa	"Mushuk" va "it" tugunlari o'rtasidagi "hayvon" aloqasi
<b>Atribut</b>	Semantik tarmoqdagi tugunga xos xususiylat yoki xususiylat	"Mushuk" tugunining "rang" atributi "qora", "qizil", "oq" va hokazo qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.
<b>Iyerarxiya</b>	Tugunlar ierarxik tarmoqqa tashkil qilingan tuzilma	"Hayvon", "sut emizuvchi", "mushuk" va "it" tugunlari ierarxiyaga ajratilgan.

Semantika - bu ramzlar va ular ifodalovchi ob'ektlar o'rtasidagi munosabatlarni o'rnatadigan fan, ya'ni. belgilarning ma'nosini aniqlaydigan fan.

Semantik tarmoq yo'naltirilgan grafik bo'lib, uning uchlari tushunchalar, yoylar esa ular orasidagi munosabatlardir.

Tushunchalar mavhum yoki konkret ob'ektlar bo'lib, munosabatlar - bu turdagi bog'lanishlar: "aid", "qismi bor", "bu". Tushunchalar o'rtasidagi munosabatlar turlari bilan bog'liq bo'lgan semantik tarmoqlarning bir nechta tasniflarini taklif qilish mumkin. Aloqalar turlarining soni bo'yicha: bir hil (bir turdagi munosabatlar bilan); heterojen (har xil turdagi munosabatlar bilan). Aloqa turi bo'yicha: ikkilik, bunda munosabatlar ikkita ob'ektni bog'laydi; N-ary, unda ikkitadan ortiq tushunchalarni bog'laydigan maxsus munosabatlar mavjud.

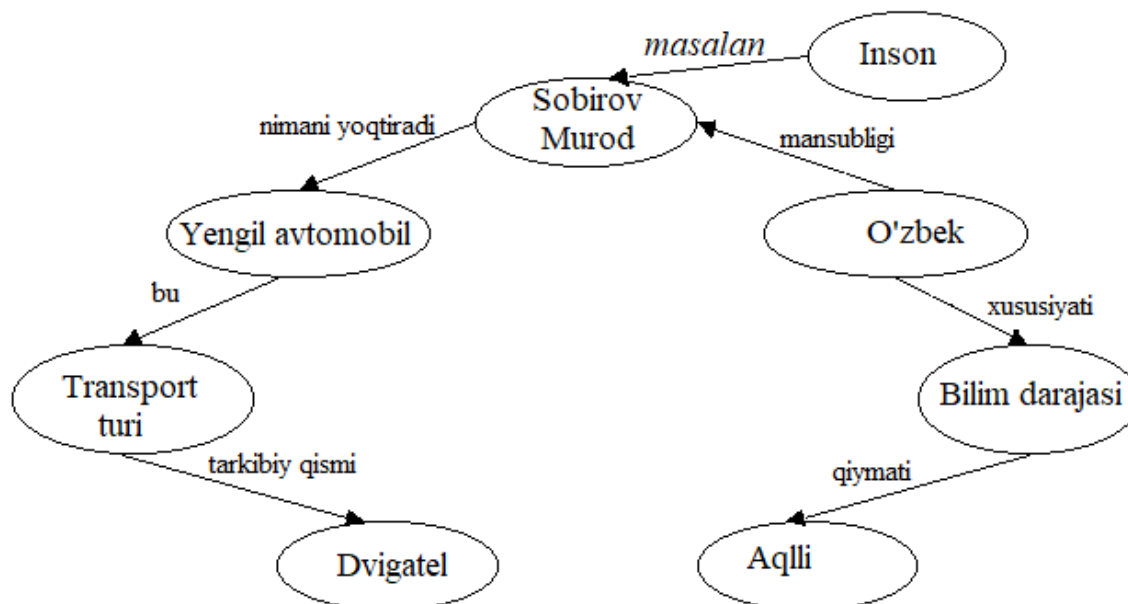
Semantik tarmoqlarning yana bir o'ziga xos xususiyati - bu uch turdagi munosabatlarning majburiy mavjudligi:

sinf – sinf elementi (gul – atirgul);

xususiyat – qiymat (rang – qizil);

sinf elementiga misol (atirgul - choy).

Semantik tarmoqning bir qismi 11.1-rasmda ko'rsatilgan.



11.1-rasm. Semantik tarmoq

Ushbu modelning kamchiliklari semantik tarmoqda chiqishni tashkil qilishning murakkabligi. Bu muammo bilimlar bazasiga so'rovni aks ettiruvchi

ma'lum bir kichik tarmoqqa mos keladigan tarmoq fragmentini topishning ahamiyatsiz bo'lmagan vazifasiga to'g'ri keladi.

Semantik tarmoqlarni amalga oshirish uchun maxsus tarmoq tillari mavjud, masalan, NET, SIMER+MIR.

Semantik tarmoqlar tushunchalar orasidagi semantik aloqalarni tavsiflash uchun ishlatiladigan grafik modeldir. Ular sizga ma'lumotni vizual tarzda taqdim etish va turli elementlar o'rtasida aloqa o'rnatish imkonini beradi. Semantik tarmoqlar sun'iy intellekt sohasida, xususan, tabiiy tilni qayta ishlash, matnni tahlil qilish va bilimlar bazasini yaratishda keng qo'llaniladi. Biroq, semantik tarmoqlarning kamchiliklari ham bor, masalan, qurilish va texnik xizmat ko'rsatishning murakkabligi, shuningdek, murakkab ierarxik munosabatlarni ifodalashda cheklovlar. Umuman olganda, semantik tarmoqlar semantik aloqalarni tavsiflash va tahlil qilish uchun kuchli vosita bo'lib, turli sohalarda faol rivojlanib, qo'llanilishida davom etmoqda.

**Munosabatlar turlari.** Quyida asosiy munosabatlar (grafik qirralarning turlari) keltirilgan, ular keyinroq batafsil tavsiflanadi:

Ierarxiya:

- isa - ob'ekt to'plamga tegishli ( $X \text{ isa } Y - X \in Y$ ): Mia isa ayol. ("a").
- ako to'plamning kichik to'plami munosabati ( $X \text{ ako } Y - X \subset Y$ ): ayol ako inson. ("bir turdagi").
- com - ikkita to'plam umumiy elementlarga ega bo'lishi mumkin: ayol com piloti. ("umumiy").
- pof - qisman-butun munosabat: bosh pof inson. pof eshikni qulflang. ("qismi")

Xususiyatlari:

- att - obyektning atributi (xususiyati): apple att red. ("xususiyat")
- val - atribut qiymati: raqam, qator, to'plam elementi ("qiymat")
- uom - atributning raqamli qiymatining o'lchov birliklari (o'lchov\_birligi).
- rel - ixtiyoriy munosabat: Mia rel { isa ona; rel Sam }. ("munosabat").

Amallar:

• sub - harakatni bajaruvchi sub'ekt: "Masha oldi", "mushuk sakradi"  
("mavzu").

- obj - harakat obyekt: "qalam ol", "qaror qabul qil" ("obyekt").
- ins - harakat asbobi: "qo'l bilan olish", "pichoq bilan kesish" ("asbob").
- loc - harakat joyi: "to'shakda uxlash" "yotoqxonada o'ylash" ("joylashuv").
- evt - voqea vaqti yoki davomiyligi: "kecha ber" ("voqea").

Harakat havolasi:

- nxt - amallar vaqt bo'yicha ketma-ket bajariladi: take1 nxt give1.
- imp - bir harakat mantiqan boshqa harakatni keltirib chiqaradi: eat1 imp live1.

Aniq yoki mavhum ob'ektlar haqidagi ma'lumotlar ikkilik munosabatlar ro'yxati bilan beriladi: (X r Y).

Semantik tarmoq kirishini qisqartirish uchun quyidagi grammatik tuzilmalar qo'llaniladi:

$X, Y r Z. \Rightarrow X r Z. Y r Z. \# X, Y Z$  tuguniga r bo'y lab kiritilgan

$Z r X, Y. \Rightarrow Z r X. Z r Y. \# Z$  tugunidan r bo'y lab X, Y chiqish

$Z\{aA; bB\}. \Rightarrow Z a A. Z b B. \# A, B Z$  tugunidan a, b bo'y lab chiqish

Ushbu dizaynlarni birlashtirish mumkin:

$X a A \{ b B \{ c C \} \}. \Rightarrow X a A. A b B. B c C. \#$  tugunlar zanjiri

$Z a A \{ r X, Y \{ b B; c C \}; d D \}. \Rightarrow Z a A. A r X. A r Y. A d D. Y b B. Y c$

C.

Agar tugunga nom berilmagan bo'lsa (rasmlarda bu nuqta bilan ko'rsatilgan), u avtomatik ravishda a\_1 tipidagi o'z identifikatorini oladi. Bunday tugunlar ma'lum ob'ektlarning atributlari yoki qismlarini tavsiflash uchun ishlatiladi:

Mia att {isa yoshi; val 16; uom yil}.  $\Rightarrow$  Mia att a\_1. a\_1 yosh. a\_1 val 16. a\_1 uom yil.

Bizning falsafamiz shundan iboratki, ikkilik munosabatlar "protsessual bilim" bo'lib, ularning semantikasi tarmoq tahlili algoritmlari tomonidan xulosa chiqarish uchun ishlatiladi. Aloqalar soni minimal bo'lishi kerak (ochiq tushunchalar va ularning elementlaridan farqli o'laroq). Agar shunga o'xshash munosabatlar to'plami

mavjud bo'lsa, ularni qo'shimcha ob'ektlar yordamida semantikaning nuanslarini ajratib turadigan bittaga birlashtirish kerak. Bu, ayniqsa, ierarxiyani tashkil etuvchi "munosabatlar" uchun juda muhimdir (pozitsiyaning predloglari, qism va butunning navlari, xususiyatlar va boshqalar). Quyidagi misolni ko'rib chiqamiz:



11.2-rasm. Semantik tarmoqqa misol

Chap tomonda bir-biriga o'xshash tabiatdagi ikkita munosabat, on va in mustaqil ravishda qo'llaniladigan grafik mavjud (isa yoki att tipidagi munosabatlar bilan birga). Shu bilan birga, ularning yaqinligi hisobga olinmaydi (bu yomon).

Bunday vaziyatda biz o'ng tomonda ko'rsatilgan tarmoqdan foydalanamiz, unda ob'ektlarning joylashuvi (loc) mustaqil ob'ektlar (nuqtalar) bo'lib, aniq ob'ektlarning (pof) qismlari hisoblanadi.

### Nazorat savollari

1. Semantik tarmoq nima va uning asosiy tarkibiy qismlari nimalardan iborat?
2. Semantik tarmoqlarda taksonomiya va ontologiya qanday rol o'ynaydi?
3. Semantik tarmoqlardan foydalanishga qanday ilovalar asoslanishi mumkin?
4. Semantik tarmoqlar axborot va matnni qayta ishlashda qanday afzalliklarni beradi?
5. Semantik tarmoqlarni yaratish va yangilash uchun qanday usullardan foydalaniladi?

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. Grigoris Antoniou, Frank van Harmelen. "Semantik veb-primer." MIT Press, 2004.

2. Jon F. Sowa. "Semantik tarmoqlar tamoyillari: bilimlarni ifodalashda izlanishlar". Morgan Kaufmann, 1991 yil.

3. Tom Xit, Kristian Bizer (Tahrirlar). "Bog'langan ma'lumotlar: Internetni global ma'lumotlar maydoniga aylantirish". Morgan va Kleypul, 2011 yil.

4. Amit Sheth. "Semantik veb-texnologiyalar: Ontologiyaga asoslangan tizimlardagi tendentsiyalar va tadqiqotlar". Wiley-Interscience, 2006 yil.

5. Paskal Gitsler, Markus Krötzsh, Sebastyan Rudolf. "Semantik web-texnologiyalar asoslari". CRC Press, 2009.