

**TABIY FANLAR BO'YICHA BO'LAJAK O'QITUVCHILARNING  
STEAM KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISHNI BAHOLASH**

**Yuldasheva Dilnoza Rovshan qizi**

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti Biologiya o'qitish metodikasi,  
2-kurs magistratura talabasi

**Amanov Baxtiyor Xushbakovich**

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti b.f.d, prof.

**Rustamova Sabina Ravshan qizi**

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti Biologiya o'qitish metodikasi,  
3-kurs bakalavr talabasi

**Muammo va maqsad.** Maqola oliy ta'limning birinchi bosqichida bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarining STEAM kompetensiyasini rivojlantirish muammosiga bag'ishlangan. Maqolaning maqsadi tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetensiyasini rivojlantirishni baholashdir.

**Metodologiya.** Tadqiqot metodologiyasi tabiatshunoslik fanlari bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetensiyasini shakllantirishda, STEAM ta'limining integratsiya, murakkablik, kontekstuallik va asosiy g'oyalari tamoyillariga asoslanadi. Mualliflar asosiy kompetensiyalarni aniqlash bo'yicha mavjud yondashuvlarni umumlashtirdilar. Yakuniy nazorat tadbirlari davomida talabalarga STEAM kompetensiyasining tarkibiy qismlarini shakllanish darajasi tashxisi qo'yildi, bunda o'qituvchilar va talabalarning so'rovnomalarini qiyosiy tahlil qilish hamda nazorat davomida STEAM kompetensiyasining ayrim tarkibiy qismlarining shakllanish darajasi ustidan qiyosiy baholash o'tkazildi.

Eksperimental ishlar Chirchiq shahrida joylashgan 15,8,24 - umumiy o'rta ta'lim maktablari va Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat Pedagogika Universitetining "Tabiiy fanlar fakulteti" da o'tkazildi. Tadqiqotda Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat Pedagogika Universitetidagi "Tabiiy fanlar fakulteti" ning 33 ta tabiiy fanlar o'qituvchilari va 70 nafar talabalari ishtirok etdi. Nazariy tahlil qilish, taqqoslash, so'roq qilish, test qilish va statistik ma'lumotlarni qayta ishlash usullaridan foydalanildi.

**Natijalar.** Tadqiqot jarayonida bo'lajak o'qituvchilarni tayyorlash jarayonida "Tabiiy fanlarni o'qitishda STEAM yondashuvi" fanini joriy etish zarurligi asoslanadi. Natija STEAM kompetensiyasini rivojlantirish zarurligini ko'rsatadi. Bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilari uchun ularning kasbiy amaliy faoliyati jarayonida STEAM ta'limini amalga oshirishga tayyorlash tizimi ishlab

chiqilgan va asoslab berilgan. Eksperimental ishlarning natijalari shuni tasdiqlaydiki, bo'lajak fan o'qituvchilarini STEAM mantig'ida ishlashga tayyorlash samaradorligi, bevosita tabiatshunoslik mutaxassisliklari bo'yicha o'quv jarayoni davomida talabalarni STEAM ta'limiga faol jalb etuvchi fanlarning o'quv rejasida mavjudligi bilan belgilanadi.

**Xulosa.** Olingan natijalar oliy ta'limning birinchi bosqichida o'qitishdagi maqsadli metodik tayyorgarlik tizimini joriy etishda bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarining STEAM kompetensiyasini rivojlantirish samaradorligini isbotlaydi. Bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarini STEAM ta'limini amalga oshirish uchun uslubiy tayyorgarlikning elementlaridan biri sifatida "Tabiiy fanlar ta'limida STEAM yondashuvi" o'quv intizomini joriy etish ularning STEAM kompetensiyasini oshirishga yordam beradi.

**Kalit so'zlar:** ta'lim; fan ta'limi; tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilari; STEAM ta'limi; STEAM malakasi; STEAM yondashuvi.

### ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ПАРОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННОСТИ

Краткое содержание. Полученные результаты доказывают эффективность развития STEAM-компетентности будущих учителей-естественников при внедрении целевой методической системы обучения в преподавании на первой ступени высшего образования. Внедрение учебной дисциплины «STEAM-подход в естественнонаучном образовании» как одного из элементов методической подготовки к реализации STEAM-образования будущих учителей естественных наук будет способствовать повышению их STEAM-компетентности.

**Ключевые слова:** образование; научное образование; преподаватели естественных наук; STEAM-образование; STEAM-квалификация; STEAM-подход.

### EVALUATION OF STEAM COMPETENCE DEVELOPMENT OF FUTURE NATURAL SCIENCE TEACHERS

**Summary.** The obtained results prove the effectiveness of developing the STEAM competence of future natural science teachers in the introduction of a targeted methodical training system in teaching at the first stage of higher education. Introduction of the educational discipline "STEAM approach in science education" as one of the elements of methodological preparation for the implementation of

STEAM education of future science teachers will help to increase their STEAM competence.

**Keywords:** education; science education; natural science teachers; STEAM education; STEAM qualification; The STEAM approach.

**Muammoni shakllantirish.** Zamonaviy mutaxassis o'qituvchilarning STEAM ta'limi bo'yicha pozitsiyasi noaniq. Uni umumiy o'rta ta'lim muassasalarida joriy etish zarurati va uni amalga oshirish uchun o'qituvchilarni tayyorlash maqsadga muvofiqligi haqida bahs-munozaralar mavjud. Bunday noaniqlik ob'ektiv ravishda STEAM ta'limini amalga oshirish bilan bog'liq bir qator muammolar bilan bog'liq. Bu, birinchi navbatda, ba'zi o'qituvchilar o'rtasida STEAM ta'limining mohiyati to'g'risidagi shakllangan tushunchaning yo'qligi va buning natijasida STEAM ta'limini umuman tizimga va uning elementlariga kiritish zarurligiga nisbatan ularning pozitsiyalarining noaniqligi. Bu pozitsiya, bir tomondan, STEAM ta'limi alohida o'quv fanlarining rolini kamaytiradi degan sub'ektiv qo'rquv bilan oqlanadi. Raqamli davrda shakllangan ta'lim jarayonining an'anaviy ko'rinishi. Ba'zi amaliyotchi fan o'qituvchilari STEAM ta'limni zamonaviy tendentsiyasi deb hisoblashadi, bu esa yangi pedagogik tendentsiyalar va texnologiyalarning paydo bo'lishi bilan o'z ahamiyatini yo'qotadi.

**Dolzarbli.** Ushbu pozitsiyalarni sarhisob qilganda, asosiy narsani ta'kidlash kerak: o'qituvchilarning STEAM ta'limini joriy etishga tayyorligi va tayyorgarligi darajasi va bu ikkala o'zaro bog'liq muammolarni hal qilish uchun metodik yordamning etarli emasligi [23]. Ta'lim muassasalarining (shu jumladan, umumiy o'rta ta'lim) o'quv jarayoniga STEAM elementlarini kiritish zarurligi to'g'risida ob'ektiv nuqtai nazarni shakllantirish maqsadida ta'limni STEAM mantig'ida amalga oshirish va tabiiy fanlar o'qituvchilarini tayyorlashda STEAM ta'limi samaradorligini baholash. Fanlar bo'yicha siz - ta'limda STEAMning paydo bo'lishining tarixiy asoslarini tushunishingiz va raqamlashtirish davrining zamonaviy ta'lim texnologiyasi sifatida uning shartlilikini tahlil qilishingiz kerak.

- STEAM (Science — tabiiy fanlar, Technology — texnologiya, Engineering — muhandislik, Art — san'at, Math — matematika) — o'quvchilarda 21-asrning asosiy kompetensiyalarini rivojlantiruvchi ta'lim texnologiyasi.

- 4K: tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, muloqot, boshqalar bilan muvofiqlashtirish.

Bu rol shu bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun (loyihalarni ishlab chiqish va materiallarni loyihalashda va hokazo) mutaxassislar fanlararo muammolarni hamda xilma-xil va ko'p miqyosli muammolarni hal qila olishlari

kerak. Bunday mutaxassislarni tayyorlashning poydevori umumiy o'rta ta'lim olish jarayonida ham yaratilishi kerak. Bu vazifani STEAM ta'limi orqali amalga oshirish mumkin, uning mohiyati jarayonlar va hodisalarni o'rganishga yaxlit, har tomonlama, fanlararo yondashuvda yotadi [22; 24]. O'qituvchining STEAM kompetentsiyasini rivojlantirish masalasi ochiq va kam o'rganilgan: o'qituvchini STEAM ta'limini amalga oshirishga tayyorlash algoritmi ishlab chiqilmagan va uni yaratish bo'yicha tarqoq ishqibozlar tomonidan olib borilayotgan ishlar tizimli emas va tizimlashtirilmagan. Tasdiqlangan va keng tarqalgan tajriba yo'q. Biroq, STEAM ta'limini to'liq amalga oshirish uchun STEAM mantig'ida o'qitishni tashkil etish metodikasini yaxshi biladigan o'qituvchilar talab qilinadi. Shuning uchun STEAM ta'limi bo'lajak o'qituvchilarni kompetensiyaga asoslangan holda tayyorlashda ayniqsa dolzarbdir, chunki aynan STEAM ta'limi ularga STEAM kompetentsiyasini - har tomonlama va keng doiradagi fanlararo fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga imkon beradi. Global tendentsiya sifatida paydo bo'lgan STEAM ta'limining jadal rivojlanishi zamonaviy ta'lim tizimi "Sanoat 4.0" [13] sharoitida jamiyat ehtiyojlariga amalda javob berganidan dalolat beradi. Akademik A. M. Kondakov [7] ta'kidlaganidek, to'rtinchi sanoat inqilobi ta'lim sohasida raqamlashtirish va texnologiyalashtirish yo'lida tub o'zgarishlar davrini boshlab berdi. Shu bilan birga, asosiy o'zgarishlar manbai ta'limning o'zi emas, balki uning oldida turgan muammolar yig'indisi, jumladan, yangi texnologik, siyosiy, ijtimoiy, madaniy va iqtisodiy kontekstlar, murakkablik va noaniqlik omillari. STEAM ta'limining jadal rivojlanishi tabiiy fanlar ta'limidagi ba'zi inqirozli hodisalar bilan ham bog'liq [15; 19; 21]. Shuni ta'kidlash kerakki, tabiatshunoslik tsiklining o'quv fanlari bo'yicha o'quv dasturlarining maqsad va mazmuni talabalarning tafakkurini shakllantirish nuqtai nazaridan yuqori darajadagi suverenitet bilan tavsiflanadi: matematika matematik tafakkurni shakllantiradi, fizika - jismoniy va hokazo. Bundan kelib chiqib ushbu fanlar ko'p sonli atamalar va ularning polisemiyasi bilan ajralib turadi, bu o'quv materialini idrok etishni juda qiyinlashtiradi. Turli o'quv fanlarida bir xil mavzu turli vaqtlarda o'rganiladi. Natijada, bitta o'quv predmeti doirasida olingan bilim va ko'nikmalar bir-biri bilan o'zaro bog'liq emas, o'rganilayotgan hodisani idrok etishni kengaytirmaydi yoki to'ldirmaydi, balki dunyoning tor mavzudagi rasmlarida prognoz qilinadi. Inson ongi va keyinchalik inson faoliyatida amalga oshiriladi [14]. Tabiatshunoslik ta'limining yana bir muammosi - o'quv jarayonida yoshlarda tabiiy fanlarga qiziqishning yo'qolishini aniqlash mumkin. Shunday qilib, o'quvchilar umumiy o'rta ta'limning birinchi bosqichida ularga eng katta qiziqish bildirishlariga qaramay, bilimlarni qabul qilish uning ikkinchi bosqichida boshlanadi. Natijada, talabalar tabiiy fanlarni o'rganishni endigina boshlash

arafasida bo'lganlarida, ularning aksariyati endi bu fanlarga qiziqmaydi. Xorijiy tadqiqotchilar bu hodisani majoziy ma'noda "oqish quvuri" deb atashgan: umumiy o'rta ta'limning birinchi bosqichidagi har 100 nafar o'quvchidan faqat to'rt nafari tabiiy fanlar bo'yicha o'z ta'limini yoki karerasini qurib, uchinchi bosqichda tabiiy fanlarni o'rganishni davom ettirmoqda [14; 18]. Tadqiqotchilar bu tendentsiyaning sabablarini o'rganib, fan ta'limiga qiziqishni saqlab qolish uchun tabiiy fanlarni o'qitishda yangi va qiziqarliroq yondashuvlar zarur va ularni o'rganishni umumiy o'rta ta'limning birinchi bosqichidan boshlash kerak, degan xulosaga kelishdi. Bu qiyinchiliklar fan ta'limining asosiy muammosini belgilaydi. Uni hal qilish uchun tabiatshunoslik tsiklining barcha o'quv fanlari bo'yicha integrativ ta'limni qurish mazmuni, tamoyillari, shakllari va usullarini oqilona va maqbul tanlash kerak, bu STEAM ta'limi mantig'iga va talabalarning tabiiy bilimlarini, fan savodxonligini rivojlantirish zarurligiga mos keladi [17; 18]. STEAM ta'limini joriy etish o'qituvchilardan ta'lim jarayoniga o'qitishning eng yangi pedagogik yondashuvlarini faol joriy etishni va innovatsion fanlararo o'qitish usullaridan foydalanishni baholashni, xususan, integratsiyalashgan yondashuvga asoslangan bilimlarni egallashni, tadqiqot va muhandislikni rivojlantirish usullari va vositalarini ishlab chiqishni talab qiladi [6].

Hozirgi vaqtda tabiatshunoslik fanlarini o'qitishga uzoq vaqtdan beri odatiy yondashuv bilan ta'limni rivojlantirishning yangi tendentsiyalari, jadal rivojlanayotgan raqamli muhit va infratuzilma o'rtasida qarama-qarshiliklar mavjud. Ta'lim muassasalarida raqamli muhitga moslashgan talabalar va bu o'zgarishlarga ham moslasha oladigan o'qituvchilar bo'lishi kerak. Evolyutsiya mantig'iga asoslanib, o'quv jarayonini tashkil qilishda o'qituvchi yangi avlod ehtiyojlariga moslashishi kerak. Biroq, ko'pincha o'qituvchilar an'anaviy, konservativ ish shakllari va usullariga rioya qilgan holda, ta'lim sohasidagi yangi tendentsiyalarni qabul qilmaydi va innovatsiyalarning, shu jumladan STEAM ta'limining ahamiyatini inkor etadi. O'qituvchilar ko'pincha ta'limga STEAM yondashuvi nima ekanligini aniq tushunmaydilar; Eng keng tarqalgan stereotiplar: ular buni turli fan sohalaridagi ma'lumotlarning mexanik bog'lanishi (bitta darsda yoki darslar ketma-ketligida) yoki ma'lum bir fan sohasini axborotlashtirish shakllaridan biri yoki faqat robototexnika sifatida ko'rishadi. Bundan tashqari, o'qituvchilar - va bu chuqurroq muammo - muhandislik, kimyo, geografiya, fizika, biologiya va boshqalar sohasida STEAMni fan integratsiyasi uchun zarur bilimlarga ega emas [1]. Ba'zi o'qituvchilarning yana bir noto'g'ri fikri: STEAM ta'limi ta'lim mazmunining ma'lum yo'nalishlarining (o'quv fanlari) ahamiyatini kamaytirishi mumkin va bu shunchaki moda tendentsiyasi bo'lib, tez orada yangi pedagogik texnologiyalar oqimida eriydi

[16]. Rasmiy to'siq shundaki, umumiy o'rta ta'lim muassasalarining shtat jadvalida STEAM o'qituvchisi lavozimi mavjud emas. Shu sababli, matematika, fizika, kimyo va informatika o'qituvchilari talabalar bilan STEAM mantig'ida ish olib boradilar [2], bu o'zining tor mavzusini qoldiradi va yuqoridagi muammoni yanada kuchaytiradi.

Yana bir muammo – STEAM ta'limini to'liq tashkil etish uchun moddiy-texnik bazaning yetarli emasligi (modellar, muhandislik modullari, konstruksiya majmualari, raqamli laboratoriyalar va boshqalar yo'qligi) [5; 20]. 21-asr o'qituvchilari - eng keng toifadagi mutaxassislar, ular uchun gumanitar va tabiiy fanlar, o'zaro bog'liq va aksincha, mutlaqo bog'liq bo'lmagan fanlar o'rtasida chegara yo'q. Bular turli xil professional tillarni oson tushunadigan, juda murakkab murakkab muammolarni hal qilishda ko'p kasbiy o'zaro ta'sirda ishtirok eta oladiganlardir. XXI asr o'qituvchisiga qo'yilgan yangi talablar aynan mana shu narsani talab qiladi. Keling, muammoning nazariy tahlilini umumlashtiramiz: 1) bir vaqtning o'zida bo'lgan omil STEAM ta'limini amalga oshirish zarurligini asoslaydi va uni amalga oshirishni murakkablashtiradigan muammo quyidagilar o'rtasidagi qarama-qarshiliklarning mavjudligidir:

- talabalarda rivojlanish vazifasi umumiy o'rta ta'lim muassasalarida tabiatshunoslik fanlaridan foydalanish va ularni alohida o'qitish orqali dunyoning yagona manzarasi;

- mavjud fan amaliyoti talaba va o'qituvchi bitta o'quv predmeti doirasida va mantig'ida qolishga majbur bo'lgan o'quv jarayonini tashkil etish, natijada - turli o'quv fanlari bo'yicha "tarqalgan bilimlar";

- insonparvarlik, tabiiylik o'rtasidagi farq tafakkur va bilimning yaxlit tizimi birligining yo'qolishiga olib keladigan tabiiy-texnika fanlari;

- tayyorgarlik darajasi etarli emas STEAM ta'limini amalga oshirish uchun pedagoglar;

- uslubiy yordamning yetarli emasligi STEAM ta'limini amalga oshirish uchun ishlab chiqish;

- o'qituvchilarning fikrlari noaniqligi umumiy o'rta ta'lim muassasalarida ham STEAM ta'limini, ham uning elementlarini joriy etish zarurati [8; 9].

Ko'rinib turibdiki, STEAM ta'limini amalga oshirishda asosiy ishtirokchi o'qituvchidir. U tegishli treningga muhtoj, uning mohiyati ma'lum darajadagi STEAM malakasiga ega bo'lishdir. Bu maqsadga bo'lajak o'qituvchilarni STEAM ta'limini joriy etishga tizimli tayyorlash orqali erishiladi. Ushbu maqola dissertatsiya tadqiqotimiz yo'nalishiga – Tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarni baholash uchun ko'mak berdi. Maqolaning maqsadi bo'lajak

tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarini STEAM ta'limini amalga oshirishga tayyorlash bo'yicha ishlab chiqilgan tizimning samaradorligini aniqlash asosida bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarining STEAM kompetentsiyasini rivojlantirishni baholashdir.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqotda nazariy tahlil, taqqoslash, so'roq qilish, test qilish va statistik ma'lumotlarni qayta ishlash usullari qo'llanildi. Tadqiqot uch bosqichdan iborat edi. Tadqiqotning birinchi bosqichi. STEAM ta'limini joriy etish zarurligini muhokama qilish va baholash uchun tadqiqotning birinchi bosqichida quyidagi savollarni o'z ichiga olgan so'rovnoma ishlab chiqildi:

**1. STEAM ta'limi bo'yicha o'z bilimingizga qanday baho bergan bo'lardingiz?** 5 balli shkala bo'yicha fikrlar, bunda; 1 – “Men juda yaxshi tushunaman”, 2 – “Men aniq tushunaman”, 3 – “Umumiy ma'noda tushunaman”, 4 – “Bilaman, lekin tushunmayman”, 5 – “men hech nima bilmayman.”

**2. Umumiy o'rta ta'lim muassasalarida STEAM ta'limni joriy etish? Sizningcha, bu maqsadga muvofiqmi?** (1 – “ha”, 2 – “menimcha ha”; 3 – “javob berishim qiyin”; 4 – “menimcha yo'q”; 5 – “yo'q”).

**3. Siz STEAM ta'limini amalga oshirishga qiziqasizmi?** (1 – “ha”, 2 – “menimcha ha”; 3 – “javob berishim qiyin”; 4 – “menimcha yo'q”; 5 – “yo'q”).

**4. STEAM ta'limi odamni yangi hayotga tayyorlashga hissa qo'shadimi yoki yo'qmi deb o'ylaysiz?** (1 – “ha”, 2 – “menimcha ha”; 3 – “javob berishim qiyin”; 4 – “menimcha yo'q”; 5 – “yo'q”).

**5. STEAM ta'limini amalga oshirishda qiyinchiliklarga duch kelasizmi?** (1 – “ha”, 2 – “menimcha ha”; 3 – “javob berishim qiyin”; 4 – “menimcha yo'q”; 5 – “yo'q”).

**6. Sizga STEAM ta'limini amalga oshirish uchun mutaxassislardan uslubiy yordam kerakmi?** (1 – “ha”, 2 – “menimcha ha”; 3 – “javob berishim qiyin”; 4 – “menimcha yo'q”; 5 – “yo'q”).

**7. STEAM ta'limini joriy etish bo'yicha mutaxassislardan metodik va texnik tavsiyalar hamda ta'lim usullari kerakmi?** (1 – “ha”, 2 – “menimcha ha”; 3 – “javob berishim qiyin”; 3- “menimcha yo'q”; 4 - “yo'q”).

Respublikamizning turli hududlaridagi umumiy o'rta ta'lim muassasalari vakili bo'lgan tabiatshunoslik fanlaridan 33 nafar o'qituvchi javob berdi. Ularning javoblari tizimlashtirildi va tahlil qilindi.

**Tadqiqotning ikkinchi bosqichi.** Nazariy manbalar asosida zamonaviy o'qituvchining integratsiyaviy sifati sifatida STEAM kompetentsiyasining modeli va uning shakllanish darajasini aniqlash uchun diagnostika vositalari ishlab chiqildi. STEAM kompetentsiyasining to'rta komponenti aniqlandi: **bilim, ko'nikma,**

**faoliyat usuli va tajriba** [11]. STEAM kompetentsiyasining ushbu modeliga asoslanib, "Tabiiy fanlar bo'yicha ta'limda STEAM yondashuvi" [10] o'quv dasturi, uni amalga oshirish bo'yicha o'quv-uslubiy majmua va STEAM kompetentsiyasining rivojlanish darajasini aniqlash uchun (test topshiriqlari, so'rovnomalar, vaziyatli topshiriqlar) diagnostika vositalaridan foydalanildi.

Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat Pedagogika Universitetining "Tabiiy fanlar fakulteti" bazasida tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetentsiyasini rivojlantirish tizimining samaradorligi bo'yicha tadqiqot o'tkazildi. Unda 70 nafar talaba ishtirok etdi: **35 nafari nazorat guruhiga "NG", 35 nafari eksperimental guruhiga "EG" kiritildi.** Eksperimental guruhda "Tabiiy fanlar ta'limida STEAM yondashuvi" o'quv fanini amalga oshirish jarayonida STEAM ta'lim mantig'i bo'yicha maqsadli o'qitish amalga oshirildi.

**Tadqiqotning uchinchi bosqichi.** Tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilar o'rtasida "Faoliyat tajribasi" STEAM kompetentsiya komponentining rivojlanish darajasi batafsilroq ko'rib chiqildi. Tabiatshunoslik fanlari bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetentsiyasini rivojlantirish diagnostikasidan so'ng javoblar o'rtasida korrelyatsiya o'rnatildi. O'qituvchilar anketa savollariga va talabalarning "Faoliyat tajribasi" so'rovnomasi savollariga javoblari quyidagicha:

1. Respublikamizda STEAM ta'limining joriy etishning ahamiyati qanday dep o'ylaysiz? (1 - "mutlaqo ahamiyatsiz"; 2 - "muhim emas"; 3 - "ma'lum darajada zarur"; 4 - "muhim"; 5 - "juda muhim").

2. STEAM mantig'ida o'quv jarayonini tashkil etish kompetentsiyalaringiz qay darajada baholaysiz? (1 - "yo'q umuman"; 2 - "minimal darajada"; 3 - "bor; lekin juda uzoq vaqt tayyorgarlik kerak"; 4 - "kompetensiyaga egaman"; 5 - "kompetensiyaga to'liq egaman va boshqalarga ham maslahat bera olaman").

3. STEAM ta'limini amalga oshirish uchun yangi texnologiyalar va yondashuvlarni ishlab chiqish hamda mustaqil bilim olishga tayyormisiz? (1 - "mutlaqo yo'q"; 2 - "agar zarurat bo'lsa"; 3 - "ha; ammo kerak bo'lganda"; 4 - "ha tayyorman"; 5 - "ha tayyorman, va maqsadim").

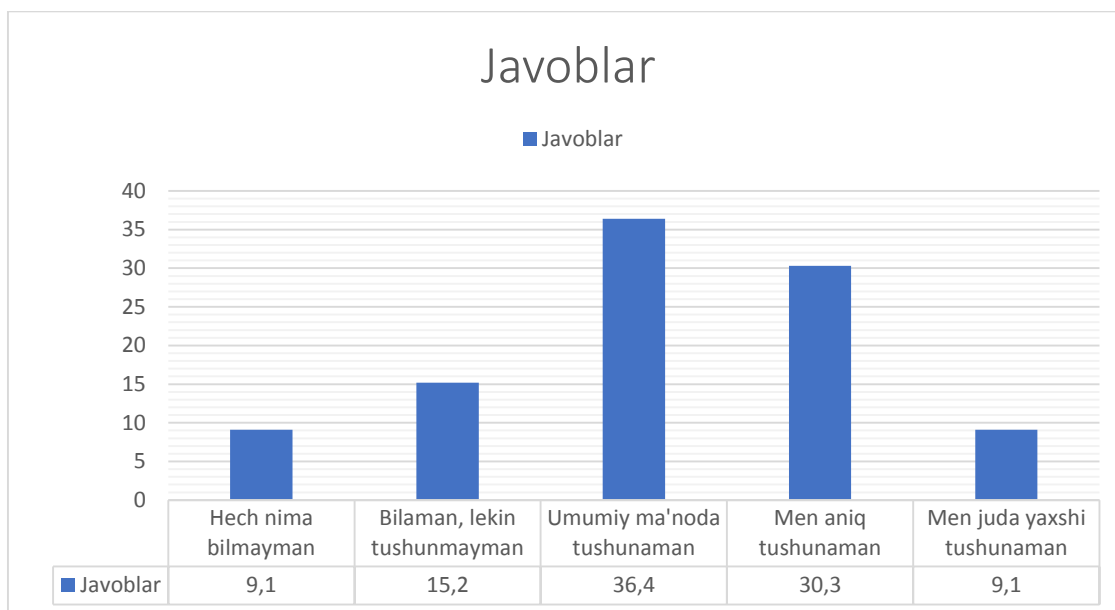
**Tadqiqot natijalari, muhokama.** Tadqiqotning birinchi bosqichida tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilari o'rtasida so'rov o'tkazishda quyidagi natijalarga erishdik.

**"STEAM ta'limi bo'yicha o'z bilimingizga qanday baho bergan bo'lardingiz?"** degan savolga javoblar (1-rasm)

Respondentlarning 60,7 foizi bu nima haqida aniq tasavvurga ega emasligini (yoki bilmayman yoki tushunmayman) va ularning yarmidan bir oz ko'prog'i bu



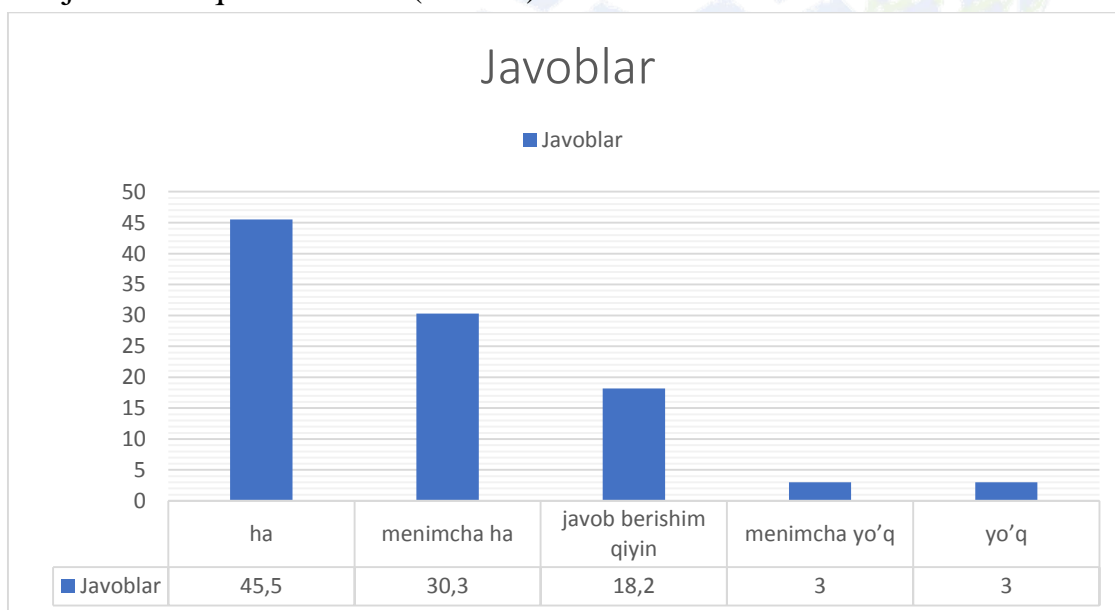
haqda bilgan holda faqat tushunaman, deb javob berdi. Umuman olganda, STEAM ta'limi nima? deganda, respondentlarning 39,4% buni aniq tushunishlarini ta'kidladilar.



***STEAM ta'limi bo'yicha o'z bilimingizga qanday baho bergan bo'lardingiz? degan savolga respondentlarning javoblar (1-rasm)***

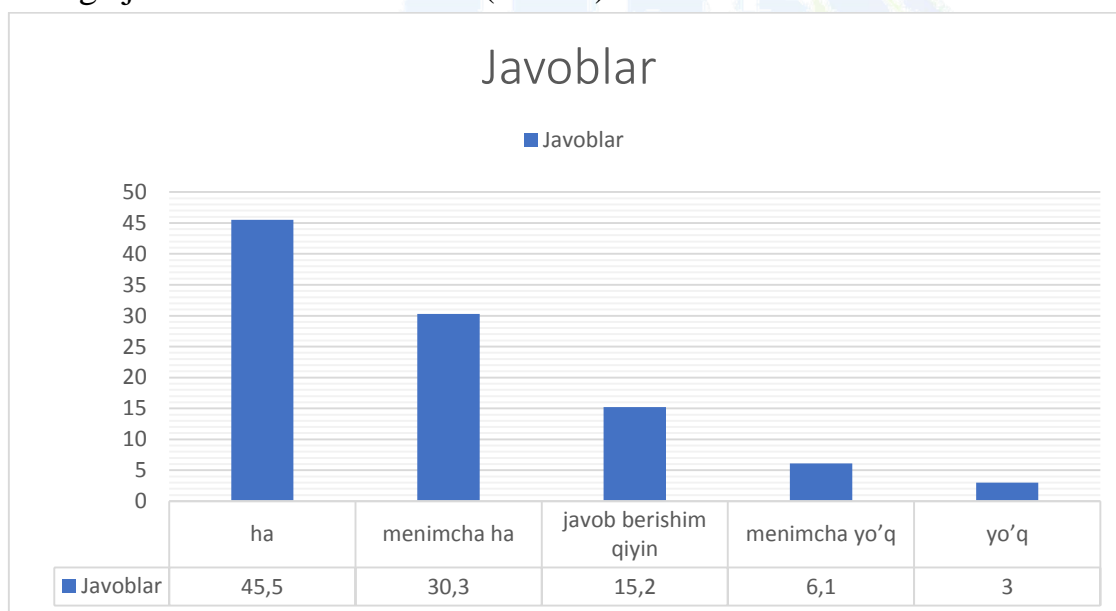
Agar javoblarga boshqa tomondan qarasak, 75,8% o'qituvchilarning STEAM ta'limi haqida g'oyasi bor va undan xabardor. Lekin ular uni amalga oshirish zaruratini xolisona baholay oladilarmi?

**“Umumiy o'rta ta'lim muassasalarida STEAM ta'limni joriy etish? Sizningcha, bu maqsadga muvofiqmi?”** degan savolga to'liq namunaviy javob natijalarini taqdim etamiz. (2-rasm)



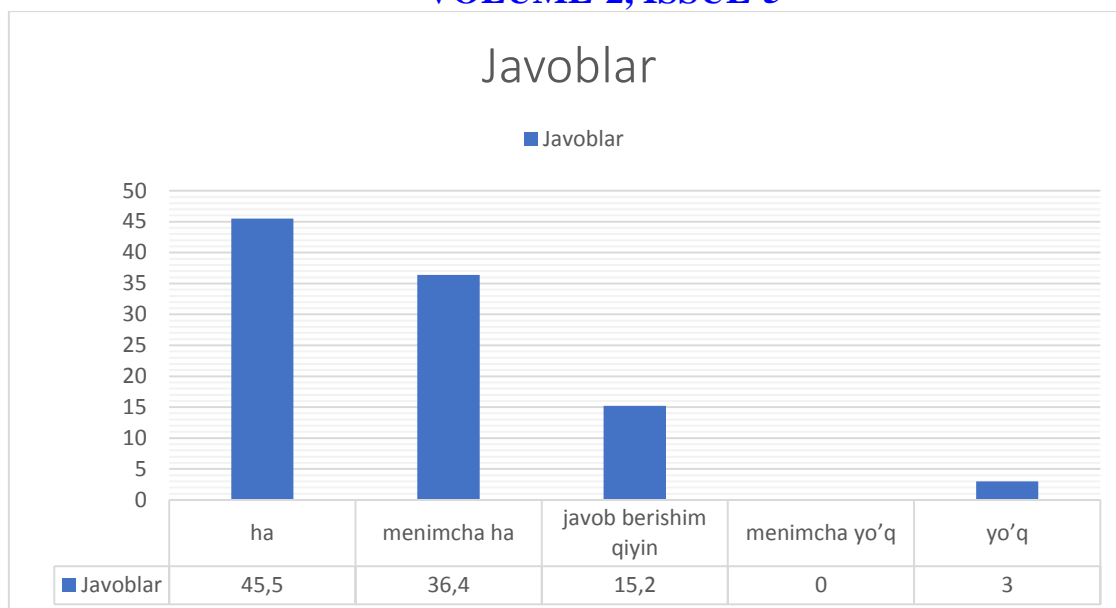
*“Umumiy o'rta ta'lim muassasalarida STEAM ta'limni joriy etish? Sizningcha, bu maqsadga muvofiqmi?” degan savolga respondentlarning javoblar (2-rasm)*

Natijada o'qituvchilarning 75,8 foizi umumiy o'rta ta'lim muassasalarida STEAM ta'limini u yoki bu darajada joriy etishni maqsadga muvofiq deb hisobladi va bu o'qituvchilarning yangi uslubiy yondashuvlarni sinab ko'rishga qiziqishi va istagidan dalolat beradi. Umumta'lim muassasalaridagi o'qituvchilarning katta qismi o'rta ta'lim muammosini ko'radi va uni hal qilish uchun yangi ta'lim texnologiyalarini (shu jumladan STEAM) o'zlashtirish zarurligini tushunadi. Bu ko'rsatkich respondentlarning STEAM ta'lim tizimini joriy etishga qiziqish haqidagi savoliga javobi bilan mos keladi (3 rasm).



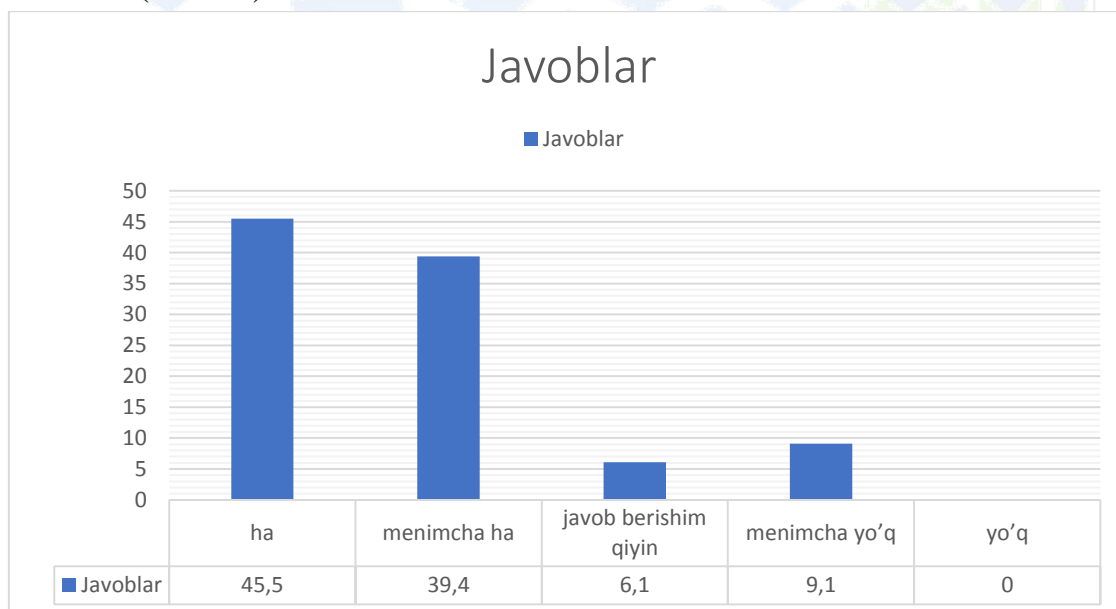
*“Siz STEAM ta'limini amalga oshirishga qiziqasizmi?” degan savolga respondentlarning javoblar (3-rasm)*

**“Siz STEAM ta'limini amalga oshirishga qiziqasizmi?”** degan savolga so'rovda qatnashgan o'qituvchilarning 78,5 foizi ijobiy javob berdi. Xuddi shunday, ma'lumotlar "STEAM ta'limi odamni yangi hayotga tayyorlashga hissa qo'shadimi yoki yo'qmi deb o'ylaysiz" degan savolga ijobiy javob bergan respondentlar soni bilan ham bog'liq (4-rasm).



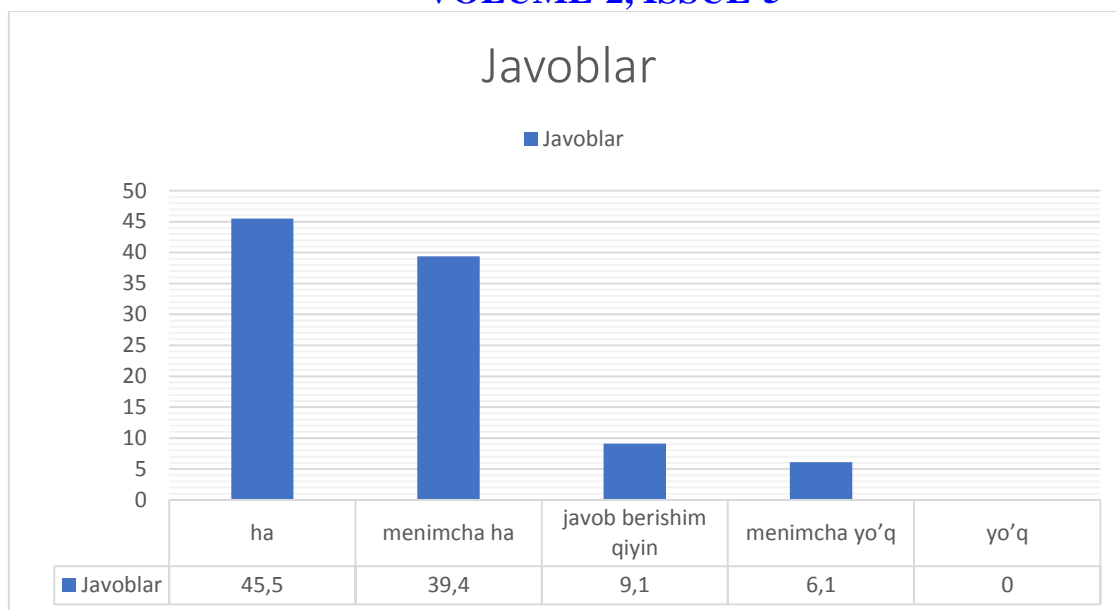
**"STEAM ta'limi odamni yangi hayotga tayyorlashga hissa qo'shadimi yoki yo'qmi deb o'ylaysiz" degan savolga respondentlarning javoblar (4-rasm)**

O'qituvchilarning 81,9 foizi STEAM ta'limi odamni yangi hayotga tayyorlashga hissa qo'shishiga ishonadi. Respondentlarning katta qismi ta'lim jarayoniga STEAM ta'limini joriy etishda qiyinchiliklarga duch kelayotganini ta'kidladi (5-rasm).



**" STEAM ta'limini amalga oshirishda qiyinchiliklarga duch kelasizmi? "** degan savolga respondentlarning javoblar (5-rasm)

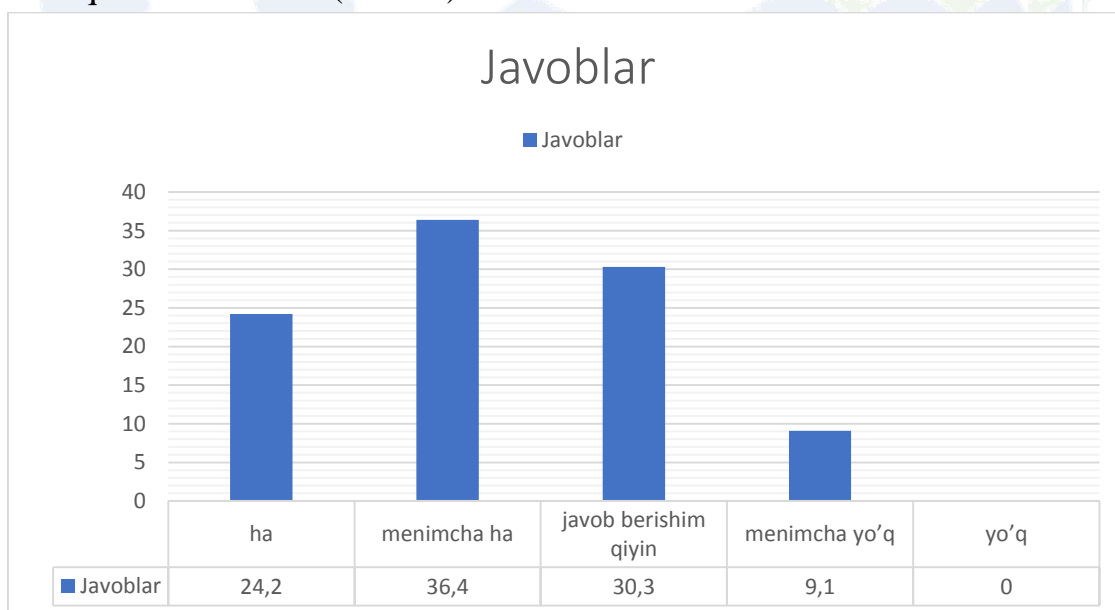
So'ralgan o'qituvchilarning 84,9 foizi u yoki bu darajada STEAM ta'lim tizimini joriy etishda qiyinchiliklarga duch kelishmoqda. Bunday yuqori foiz shuni ko'rsatishi mumkin o'qituvchilar STEAM ta'limini o'zlashtirish ustida ishlamoqda, ammo ularning aksariyati uslubiy yordamga muhtojligini ko'rsatadi (6-rasm).



***"Sizga STEAM ta'limini amalga oshirish uchun mutaxassislardan uslubiy yordam kerakmi?" degan savolga respondentlarning javoblar (6-rasm)***

Darhaqiqat, respondentlarning 84,9 foizi STEAM ta'limini amalga oshirish uchun mutaxassislardan uslubiy yordamga muhtojligini ta'kidladilar, bu esa uni amalga oshirishga qiziqish va tayyorlikni namoyish etadi va malakali mutaxassislar bilan, deb taxmin qilishga asos beradi.

Respondentlarning "STEAM ta'limini amalga oshirish uchun o'quv-metodik tavsiyalar kerakmi?" degan savolga javoblarini taqsimlash foizlarda bir oz boshqacha ko'rinadi. (7-rasm)



***"STEAM ta'limini joriy etish bo'yicha mutaxassislardan metodik va texnik tavsiyalar hamda ta'lim usullari kerakmi?" degan savolga respondentlarning javoblar (7-rasm)***

Respondentlarning 60,6 foizi “Ha” deb javob bergan, ya’ni ularga STEAM ta’limini amalga oshirish uchun o’quv va uslubiy tavsiyalar zarur. Shu bilan birga, 30,3% - respondentlarning muhim qismi - bu juda aniq mazmunli savolga javob berishda qiynalganligini bildirdi. Ehtimol, bu yondashuvning mohiyatini va uning ishlash mexanizmlarini yomon tushunadigan respondentlar guruhidir (1-savolga javoblar); va bu innovatsiyaga potentsial qiziqqan, lekin uning mohiyati haqida ma’lumotga ega bo’lmagan o’qituvchilar bilan chuqurroq ishlash zarurligi muammosini keltirib chiqaradi.

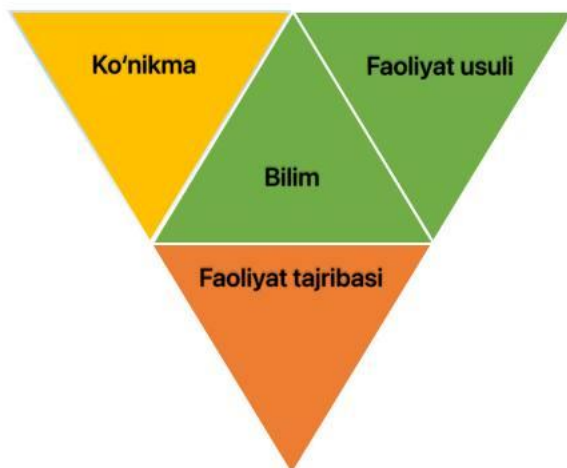
Bu STEAM ta’lim tamoyillari va usullarini o’zlashtirish bo’yicha o’qituvchilar bilan ishlashning turli shakllari bo’lishi mumkin va ikkinchi daraja - STEAM ta’lim sohasidagi mutaxassis bilan o’quv jarayoniga STEAMni joriy etishdan oldin shu inobatga olishimiz zaruru, ya’ni o’quv uslubiy tavsiyalar STEAM ta’lim asoslarini, shuningdek uni amalga oshirish shakllari, usullari va usullarini o’zlashtirishda to’liq yordam bermaydi. Umuman olganda, respondentlarning ko’pchiligi STEAM ta’limini joriy etish zarurati va ahamiyatini va bunga qiziqishlarini ta’kidladilar, bu esa pedagogika oliy o’quv yurtidagi o’quv jarayoniga bo’lajak tabiatshunoslik fanlari o’qituvchilarini maqsadli tayyorlashni kiritish zarurligi haqidagi taxminimizni tasdiqlaydi.

Bo’lajak tabiatshunoslik fanlari o’qituvchilarini STEAM ta’limini joriy etishga tayyorlash yo’nalishlarini aniqlash maqsadida STEAM kompetensiyasi modeli ishlab chiqildi. STEAM kompetensiyasi - bu pedagogik texnologiyalarni, tabiatshunoslik fanlarini o’qitishning xususiy usullarini o’rganishga e’tibor qaratgan holda oliy ta’limning ta’lim standarti doirasida akademik savodxonlik asosida rivojlanadigan o’qituvchining integratsion sifati ob’ektga asoslangan ta’lim, ta’limda axborot texnologiyalari va o’z-o’zini tarbiyalashga intilish.

Tabiatshunoslik fanlari o’qituvchilarining STEAM kompetensiyasining kontseptsiyasi va tarkibiy qismlarini aniqlash uchun biz nazariy manbalarni uchta toifa bo’yicha tahlil qildik: "XXI asr talabalari kompetensiyalari", "XXI asr mutaxassisi kompetensiyalari" va "XXI asr o’qituvchilari kompetensiyalari". Qobiliyatlarni aks ettiruvchi asos sifatida:

- talabalar, “4K” tushunchasi olindi, 2016-yilda Davosda bo’lib o’tgan Jahon iqtisodiy forumida qabul qilingan [12], universal ta’lim faoliyati nomenklaturasi (ULA) [4];
- mutaxassislar, TUNING metodologiyasiga bo’lgan yondashuvlarga asoslanib qabul qilindi [3], yumshoq, hissiy va etakchilik qobiliyatlari (SELS) [2];
- o’qituvchilar, Oliy Ta’limning ta’lim standartlaridan kelib chiqib tanlab olindi.

Aniqlangan barcha manbalarni sarhisob qilib, biz tabiiy fanlar o'qituvchisi uchun STEAM kompetensiyasi tuzilmasini ishlab chiqdik (8-rasm), u o'ziga xos kompetensiyalar to'plamini o'z ichiga olgan to'rta komponentdan iborat.



*STEAM-kompetensiyasi komponentlarining sxematik ko'rinishi (7-rasm)*

Tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetensiyasini rivojlantirish maqsadida "Tabiiy fanlarni o'qitishda STEAM yondashuvi" o'quv intizomi ishlab chiqilgan. Tadqiqotning ikkinchi bosqichida talabalar "Tabiiy fanlar ta'limida STEAM-yondashuvi" o'quv fanini o'rganishni tugatgandan so'ng, STEAM kompetensiyasining har bir komponentini shakllantirish diagnostikasi nazorat guruhida (NG) testdan o'tkazildi va eksperimental guruhlar (EG) va ularning hosil bo'lish koeffitsienti aniqlandi.

Tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetensiyasini rivojlantirishni baholash uchun biz uning tarkibiy qismlaridan biri - "Faoliyat tajribasi" ning rivojlanish darajasini tahlil qildik. "Faoliyat tajribasi" STEAM kompetensiya komponenti tabiatan aks ettiruvchidir. Bu o'zlashtirilgan o'quv materialini hissiy jihatdan baholash va aks ettiradi.

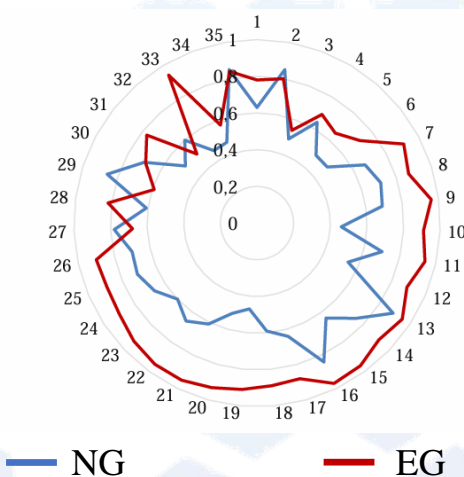
Talabaning STEAM ta'limini kasbiy o'qituvchilik faoliyatida amalga oshirishga tayyorlik darajasi; tadqiqotimizda ilgari surilgan taxminlarning to'g'riligining ko'rsatkichi bo'lib xizmat qilishi mumkin. "Faoliyat tajribasi" STEAM kompetensiyasining shaxsiy komponentining shakllanish darajasini aniqlash uchun so'rov usuli qo'llanildi. Komponentning har bir elementi uchun bir qator qisqa bayonotlar ishlab chiqildi, ularning har biri uchun EG va NG respondentlari u yoki bu javob variantini tanlashlari kerak edi. Bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarining STEAM kompetensiyasi komponentlarining etukligini baholash uchun biz besh darajali shkaladan foydalandik:

- berilgan komponent paydo bo'ladi – 0,0-0,2;

- shakllanish darajasi o'rtachadan past unga – 0,21 – 0,4;
- o'rtacha daraja – 0,41 – 0,6;
- o'rtachadan yuqori – 0,61–0,8;
- kuchli, yuqori darajada namoyon bo'ladi– 0,81–1,0.

Anketada o'z-o'zini baholash diagnostikasi aks ettirilgan va 29 ta savoldan iborat so'rovnomani ishlatilgan. Natijalar asosida "Faoliyat tajribasi" komponentini shakllantirish koeffitsienti hisoblab chiqildi.

Petal diagrammasi (9-rasm) EG va NG tarkibidagi "Faoliyat tajribasi" komponentining shakllanish darajasi har xil ekanligini aniq ko'rsatib turibdi, sezilarli bo'shliq mavjud. EG dagi "Faoliyat tajribasi" komponentining shakllanish koeffitsienti asosan 0,7 dan 9 gacha "orbitalarda" joylashgan, NG esa 0,5 dan 0,7 gacha.

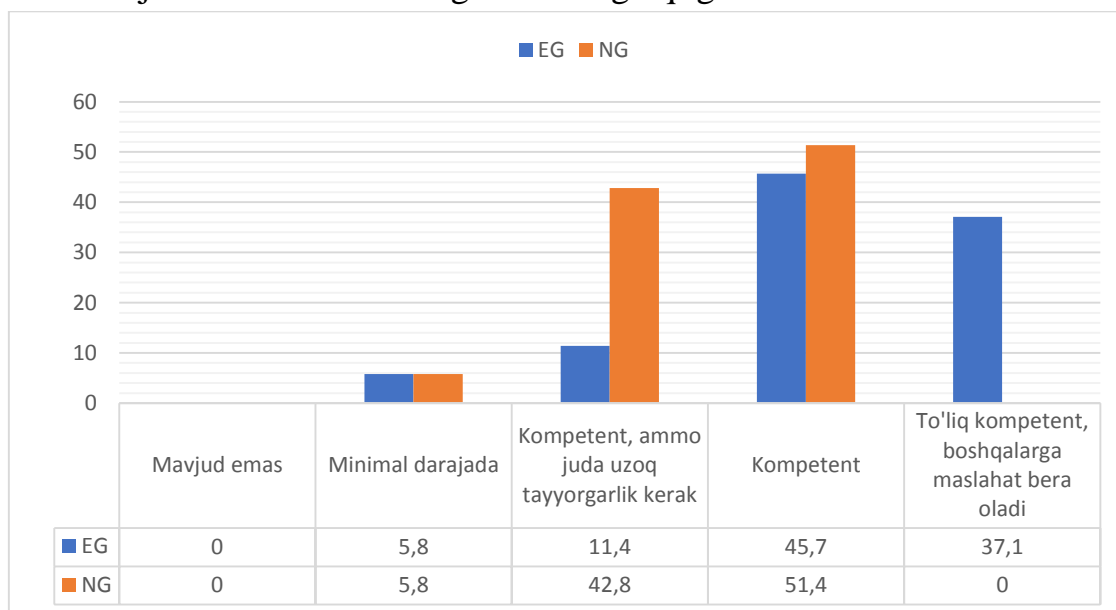


"Faoliyat tajribasi" komponentining shakllanish koeffitsientlari (9-rasm)

"Faoliyat tajribasi" komponentining shakllanish darajasini baholash uchun so'rovnomaning har bir savoliga berilgan javoblar natijalarini tahlil qilib, shuni ta'kidlaymizki, "O'zbekiston Respublikasida STEAM ta'limini joriy etish muhimligini qanday baholaysiz?" degan savolga EG talabalarining 89,2 foizi "muhim" ("4" ball) va "juda muhim" ("5" ball) darajalarini ko'rsatdilar, NG da talabalar asosan "muhim" javobini tanladilar va jami 81,2 foizi zaruratni qayd etdilar va Respublikamizda STEAM ta'limini amalga oshirish, bu o'qituvchilar so'rovi ma'lumotlari bilan bog'liq (2-rasm).

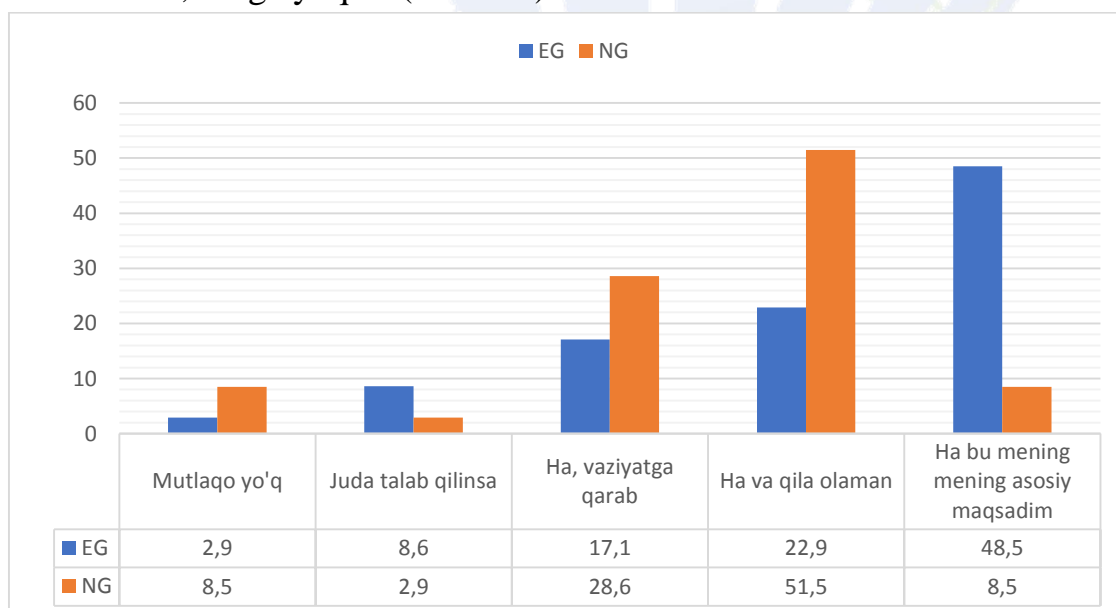
"STEAM ta'limi bo'yicha o'z bilimingizga qanday baho bergan bo'lardingiz?" degan savolga javob berganingizda EG dagi respondentlarning atigi 7,1% STEAM mantig'ida o'quv jarayonini tashkil etishda malakali ekanligini va boshqalarga tavsiyalar berishi mumkinligini ta'kidladi, NGda esa talabalar hech biri bu javob variantini tanlamadi. Shu bilan birga, NG respondentlarining 94,2 foizi STEAM ta'limini tashkil etish masalalarida malakali, lekin eng yuqori darajada emas, deb hisoblaydi. Guruhlar bo'yicha javoblarni taqsimlashning bunday kombinatsiyalarini

tahlil qilish (10 rasm) STEAM mantig'ida NG talabalarining o'quv jarayonini tashkil etish bo'yicha kompetensiyalarining yuqori bahosi ularning STEAM ta'limi haqida etarli darajada xabardor emasligi bilan bog'liqligini ko'rsatadi.



*"STEAM mantig'ida o'quv jarayonini tashkil etish bo'yicha vakolatlaringizni qanchalik baholagan bo'lardingiz" degan savolga respondentlarning javoblarini taqsimlash (10-rasm)*

"STEAM ta'limini amalga oshirish uchun yangi texnologiyalar va yondashuvlarni mustaqil o'zlashtirishga tayyormisiz?" degan savolga javob berayotganda EG talabalarining 48,5 foizi STEAM ta'limini amalga oshirish uchun yangi texnologiya va yondashuvlarni mustaqil o'zlashtirishga tayyor ekanliklari va buni maqsadli amalga oshirishlarini qayd etdi va EG dagi bu ko'rsatkich NGga nisbatan 25,6% ga yuqori (11-rasm).





*"STEAM ta'limini amalga oshirish uchun yangi texnologiyalar va yondashuvlarni mustaqil ravishda o'zlashtirishga tayyormisiz?" degan savolga respondentlarning javoblari (11-rasm)*

**Xulosa.** Tadqiqot natijalari bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarining STEAM kompetentsiyasini asosiy elementi "Tabiiy fanlarga STEAM yondashuvi" o'quv intizomi bo'lgan uslubiy tayyorgarlik tizimi asosida rivojlantirish maqsadga muvofiq deb hisoblashga asos bo'ladi. Tadqiqot tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetentsiyasini rivojlantirishning maqsadga muvofiqligini tasdiqladi. Bo'lajak o'qituvchilarni tayyorlash maqsadida STEAM ta'limini amalga oshirish uchun to'rt komponentdan iborat STEAM kompetensiyasi tuzilmasi ishlab chiqilgan: "Bilim", "Ko'nikma", "Faoliyat usuli" va "Faoliyat tajribasi". STEAM kompetensiyasining har bir komponentining rivojlanish darajasini baholash uchun test topshiriqlari va anketalardan iborat diagnostika tizimi ishlab chiqildi. O'qishga kirgan talabalarni tayyorlash Kelajakda tabiatshunoslik fanlari o'qituvchisi sifatida faoliyat yuritib, o'z fanini STEAM mantig'ida o'qitish imkoniyatiga ega bo'ladilar, bu esa ta'lim dasturlariga qo'shimcha o'quv fanlarini kiritishni taqozo etadi. Ushbu tajriba Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat Pedagogika Universitetining "Tabiiy fanlar fakulteti" da o'tkazildi. Kelgusi yil o'quv rejasiga "Tabiiy fanlar bo'yicha STEAM yondashuvi" o'quv fani kiritilishi rejalashtirildi, uning maqsadi tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarning STEAM kompetentsiyasini rivojlantirishdan iborat. "Faoliyat tajribasi" STEAM kompetensiya komponentining rivojlanish darajasi bo'lajak o'qituvchilarda STEAM mantig'idagi faoliyatga shaxsiy motivatsiya va tayyorlik mavjudligini aks ettiradi. U bo'lajak o'qituvchilarni kasbiy faoliyatga tayyorlash jarayonida shakllanadi.

"Tabiiy fanlar ta'limida STEAM yondashuvi" fanidan o'qitilgan EGda uning shakllanish koeffitsienti asosan 0,7 dan 0,9 gacha ekanligini ko'rsatdi; intizomni o'rganmagan NGda bu ko'rsatkich 0,5 dan 0,7 gacha bo'lgan. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, talabalarning aksariyati STEAM ta'limini joriy etish muhimligini yuqori baholaydi (EGda 89,2% va NGda 81,2%). Talabalarning yuqori bahosi hozirgi tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilari o'rtasida o'tkazilgan so'rovdan olingan shunga o'xshash bahoga to'g'ri keladi. Umumiy o'rta ta'lim muassasalarining tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarining 75 foizdan ortig'i STEAM ta'limini joriy etish zarurligini ta'kidladi. So'rovda qatnashgan o'qituvchilarning deyarli 80 foizi STEAM ta'lim tizimini universitetlar va umumta'lim muassasalarining o'quv jarayoniga joriy etishdan manfaatdor ekanligini bildirdi. O'rta ta'limda ko'pchilik o'quv va uslubiy ko'rsatmalar mavjud bo'lsa ham, o'quv jarayoniga STEAM ta'limini joriy etishda qiyinchiliklarga duch kelayotganini ta'kidladi. Bu tabiatshunoslik

fanlari o'qituvchilarini STEAM ta'limini amalga oshirish uchun maqsadli tayyorlash, ya'ni ularning STEAM kompetentsiyasini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar tizimini ishlab chiqishni taqozo etadi. Tadqiqotning barcha bosqichlarining jamlangan natijalari bo'lajak tabiatshunoslik fanlari o'qituvchilarini STEAM ta'limini amalga oshirishga maqsadli tayyorlash dolzarb, zarur va zamonaviy fan o'qituvchilarini tayyorlash samaradorligini bevosita belgilaydi, degan taxmini tasdiqlaydi. 21-asr o'qituvchisi oldiga qo'yiladigan vazifalar va talablarga javob beradi.

### ADABIYOTLAR RO'YXAT

1. Alimbekova G.B., Babaev D., Aidarbekova A.A. STEM ta'limini tashkil etish xususiyatlari // Qirg'iziston universitetlari yangiliklari. – 2018. – No 4. – B. 126–129. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36605268>
2. Anisimova T.I., Sobirova F.M., Shatunova O.V. STEAMni amalga oshirish uchun qo'shimcha ta'lim o'qituvchilarini tayyorlash doirasida yangi sifatdagi ta'lim muhitini shakllantirish // Hududlarning iqtisodiy va gumanitar tadqiqotlari. – 2021 yil. – 4-son. 14–19-betlar. URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=46521765>
3. Bayandina O. V. "Umumjahon kompetentsiyalari" toifasini tushunishga yondashuvlar tahlili // Zamonaviy pedagogik ta'lim muammolari. – 2021. – No 71-1 – B. 38–41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46491105>
4. Buller A.G., Merkusheva M.E. Baholash tizimini ishlab chiqish va meta-mavzuni o'rganish vositalarini ishlab chiqish tajribasidan // Perm pedagogik jurnali. – 2018. – No 9. – B. 11–15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36869720>
5. Vychuzhanina S.V. STEAM texnologiyasidan foydalangan holda darsdan tashqari ishlarni tashkil etish // Ilmiy-metodik jurnali Qidiruv. – 2019. – No 3. – B. 16–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41271207>
6. Grigoriev S. G., Kurnosenko M. V. "Informatika va texnologiya" yo'nalishi bo'yicha o'qituvchilar tayyorlashga STEM ta'lim elementlarini joriy etish // Pedagogika va institut yangiliklari.
7. Kondakov A. M., Kostyleva A. A. Raqamli ta'lim: hamma uchun maktabdan hamma uchun maktabgacha // Rossiya xalqlari do'stligi universitetining xabarnomasi. Seriya: Ta'limni axborotlashtirish. – 2019. – No 4. – B. 295–307. DOI:<https://doi.org/10.22363/2312-8631-2019-16-4-295-307>URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=42358361>
8. Konyushenko S. M., Jukova M. S., Mosheva E. A. STEM va STEAM ta'limi: qanday o'rgatish haqidagi tushunchani o'zgartirish // Boltiqbo'yi davlat baliq

ovlash floti akademiyasining yangiliklari: psixologik va pedagogik fanlar. – 2018. – No 2. – B. 99–103. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35248833>

9. Pecherskaya E. A., Savelenok E. A., Artamonov D. V. Universitetda talabalarni tadqiqot ishlariga jalb qilish: mexanizm va samaradorlikni baholash // Innovatsiyalar. – 2017. – No 8. – B. 96–104. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30771399>

10. Sologub N. S., Arshanskiy E. Ya "Tabiiy fanlar bo'yicha bo'lajak o'qituvchilarni tayyorlash kontekstida STEAM yondashuvi" o'quv fanini qurish xususiyatlari // Oliy maktab. – 2021. – No 3. – B. 47–52. URL: <https://elibrary.ru/qdkihn>

11. Sologub N. S., Arshanskiy E. Ya STEAM-kompetentlik zamonaviy o'qituvchining integratsiyaviy sifati sifatida // P.M. nomidagi Vitsebsk davlat universitetining xabarnomasi. Masherava. – 2022. – No 1. – B. 54–65. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48213768>

12. Aguilera D., Ortiz-Revilla J. STEM va boshqalar. STEAM ta'limi va talabalar ijodi: tizimli adabiyotlarni ko'rib chiqish // Ta'lim fanlari. – 2021. – jild. 11 (7). – B. 331–345. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>

13. Belbase S., Mainali BR, Kasemsukpipat V., Tairab H., Gochoo M., Jarrah A. Fan, texnologiya, muhandislik, san'at va matematika (STEAM) ta'limining boshida: istiqbollar, ustuvorliklar, jarayonlar va muammolar // Fan va texnologiyada matematika ta'limi xalqaro jurnali. 2022. jild. 53 DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943> (o'n bitta). P. 2919–2955 yillar.

14. Bertrand MG, Namukasa IK STEAM ta'limi: talabalarni o'rganish va ko'chirish qobiliyati // Innovatsion ta'lim va o'rganishda tadqiqot jurnali. – 2020. – jild. 13(1). – B. 43–56. DOI: <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>

15. Cedere D., Birzina R., Pigozne T., Vasilevskeya E. Bugungi yosh avlodning STEMda mazmunli o'rganish haqidagi tasavvurlari // 21-asrda ta'lim muammolari. – 2020. – jild. 78(6). – B. 920–932. DOI: <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.920>

16. Conradty C., Bogner FX STEAM o'qitish kasbiy rivojlanish ishlari: Talabalarning ijodkorligi va motivatsiyasiga ta'siri // Smart Learning Environments. – 2020. – jild. 7(1). – P. 26. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>

17. Dubek M., DeLuca C., Rickey N. STEAM ta'limi salohiyatini ochish: namunali o'qituvchilar baholash muammolarini qanday hal qilishadi // Ta'lim tadqiqotlari jurnali. – 2021. – jild. 114(6). – B. 513–525. DOI: <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1990002>

18. Fadzil HM, Saat RM, Awang K., Adli DSH Talabalarining olim-o'qituvchi-talaba hamkorligi (STSP) orqali STEM bilan bog'liq fanlarni o'rganishni idrok etishi // Baltic Science Education jurnali. – 2019. – jild. 18 (4). – B. 537–548. DOI:<https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.537>

19. Holbrook J., Rannikmäe M., Soobard R. STEAM Education - Transdisiplinar o'qitish va o'rganish yondashuvi // Nazariy va amaliyotda fan ta'limi. – 2020. – B. 465–477. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_31)

20. Li Y. STEAM ta'lim islohotining O'zbekistonda o'qituvchilarning STEAM haqidagi tasavvurlariga ta'sirini o'rganish // Osiyo-Tinch okeani fanlari ta'limi. – 2021. – jild. 7(1). – B. 34–63. DOI: <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10025>

21. Lytra N., Drigas A. STEAM ta'limi-metacognition - o'rganishning o'ziga xos kamchiliklari // Ilmiy elektron arxivlar. – 2021. – jild. 14 (10). – 41–48-betlar. DOI: <https://doi.org/10.36560/141020211442>

22. Ozkan G., Umdu Topsakal U. O'rta maktab o'quvchilarining ijodiga STEAM dizayn jarayonlarining samaradorligini o'rganish // Texnologiya va dizayn ta'limi xalqaro jurnali. – 2019. – jild. 31. – B. 95–116. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10798-019-09547-z>

23. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM amaliyot va tadqiqotda: Integral adabiyotlarni ko'rib chiqish // Fikrlash qobiliyatlari va ijodkorlik. – 2019. – jild. 31(1). – 31–43-betlar. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

24. Tran N.-H., Huang C.-F., Hung J.-F. O'rta maktab o'quvchilarining ilmiy ijodiga STEAM asosidagi kurslarning samaradorligini o'rganish // Ta'limdagi chegaralar. – 2021. – jild. 6. B. 1–8. DOI:<https://doi.org/10.3389/feduc.2021.666792>