



MENDELEYEV DAVRIY JADVALI III–V GURUH ELEMENTLARINI STEM VA FANLARARO INTEGRATSIYA ASOSIDA O‘QITISHNING NAZARIY-METODIK ASOSLARI

Eshchanova Dilzoda Rustamovna

Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti, mustaqil tadqiqotchi
ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-1783-7930>

Annotatsiya. Mazkur maqolada Mendeleyev davriy jadvalining III–V guruh elementlarini STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yondashuvi hamda fanlararo integratsiya asosida o‘qitishning nazariy-metodik asoslari tadqiq etiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi kimyo ta’limida o‘quvchilarning elementlarning davriy xossalari, atom tuzilishi, kimyoviy bog‘lanishlar, fizik-kimyoviy xususiyatlar va amaliy qo‘llanilishiga oid bilimlarini integrallashgan ta’lim texnologiyalari orqali rivojlantirish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat. III–V guruh elementlarini o‘rganishda kimyo fanini fizika, matematika, biologiya, informatika, muhandislik va texnologiya fanlari bilan uzviy bog‘lash o‘quvchilarning ilmiy-tadqiqotchilik, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish, modellash, hisoblash va amaliy yechim ishlab chiqish kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Maqolada STEM yondashuvining didaktik imkoniyatlari, fanlararo integratsiyaning mazmuni, pedagogik shart-sharoitlari, laboratoriya va loyiha faoliyatidan foydalanish metodikasi tahlil qilinadi. Shuningdek, III–V guruh elementlarini o‘qitishda real hayotiy muammolar, raqamli texnologiyalar, tajribaviy topshiriqlar va muhandislik loyihalaridan foydalanishning ta’lim samaradorligiga ta’siri asoslanadi. Tadqiqot natijalari kimyo ta’limining amaliy yo‘nalishini kuchaytirish, o‘quvchilarning fanlararo bilimlarini rivojlantirish va zamonaviy kompetensiyalarga asoslangan ta’lim muhitini yaratish uchun metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Mendeleyev jadvali, III–V guruh elementlari, STEM, fanlararo integratsiya, kimyo ta’limi, kompetensiya, loyiha ta’limi, innovatsion metodika.

Abstract. This article examines the theoretical and methodological foundations of teaching Group III–V elements of Mendeleev’s periodic table through the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) approach and interdisciplinary integration. The main purpose of the study is to identify effective educational opportunities for developing students’ knowledge of periodic properties of elements, atomic structure, chemical bonding, physicochemical characteristics, and practical applications through integrated teaching technologies. Linking chemistry with physics, mathematics, biology, information technology, engineering, and technology enables students to develop scientific inquiry,

analytical thinking, problem-solving, modeling, calculation, and practical design competencies. The article analyzes the didactic potential of STEM education, the content and pedagogical conditions of interdisciplinary integration, as well as the methodological possibilities of laboratory experiments and project-based learning. Particular attention is paid to the use of real-life problems, digital technologies, experimental tasks, engineering projects, and modeling activities in teaching Group III–V elements. The study substantiates that interdisciplinary STEM-based instruction can strengthen students’ conceptual understanding, increase their learning motivation, and facilitate the application of theoretical chemical knowledge to practical and technological contexts. The findings provide a methodological basis for improving the practical orientation of chemistry education, developing interdisciplinary competencies, and creating a modern learning environment focused on scientific and engineering thinking.

Keywords: Mendeleev periodic table, Group III–V elements, STEM, interdisciplinary integration, chemistry education, competence, project-based learning, innovative methodology.

Аннотация. В статье исследуются теоретико-методические основы обучения элементам III–V групп периодической таблицы Менделеева на основе STEM-подхода (Science, Technology, Engineering, Mathematics) и междисциплинарной интеграции. Основной целью исследования является определение эффективных образовательных возможностей развития знаний учащихся о периодических свойствах элементов, строении атома, химических связях, физико-химических характеристиках и практическом применении элементов посредством интегрированных образовательных технологий. В процессе изучения элементов III–V групп устанавливается взаимосвязь химии с физикой, математикой, биологией, информатикой, инженерией и технологией, что способствует формированию у учащихся исследовательских, аналитических, проектировочных и практико-ориентированных компетенций. В статье анализируются дидактические возможности STEM-подхода, содержание междисциплинарной интеграции, педагогические условия ее реализации, а также методические возможности лабораторных экспериментов и проектного обучения. Особое внимание уделяется использованию реальных жизненных задач, цифровых технологий, экспериментальных заданий, инженерных проектов и моделирования при изучении элементов III–V групп. Обосновывается, что STEM-обучение на основе междисциплинарной интеграции способствует углублению понимания химических закономерностей, повышению учебной мотивации и применению теоретических знаний в практических и технологических ситуациях. Полученные результаты могут служить методической основой для совершенствования химического образования, развития междисциплинарных компетенций и формирования современной образовательной среды, ориентированной на научное и инженерное мышление.

Ключевые слова: Периодическая таблица Менделеева, элементы III–V групп, STEM, междисциплинарная интеграция, химическое образование, компетентность, проектное обучение, инновационная методика.

Kirish. Bugungi kunda ta’lim tizimida yuz berayotgan globallashtirish, raqamlashtirish va texnologik rivojlanish jarayonlari tabiiy fanlarni o‘qitish mazmunini takomillashtirishni talab etmoqda. Ayniqsa, kimyo fanini o‘qitishda o‘quvchilarga faqat nazariy bilimlarni yetkazish bilan cheklanib qolmasdan, ularning olgan bilimlarini amaliy vaziyatlarda qo‘llash, muammoli masalalarni mustaqil hal qilish, tajribalar o‘tkazish, modellashtirish va ilmiy xulosalar chiqarish ko‘nikmalarini shakllantirish muhim pedagogik vazifalardan biridir. Shu nuqtayi nazardan, STEM ta’lim texnologiyasi va fanlararo integratsiya zamonaviy kimyo ta’limining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi istiqbolli pedagogik yondashuvlardan biri hisoblanadi.

Mendeleyev davriy jadvali kimyo fanining fundamental nazariy asoslaridan biri bo‘lib, undagi elementlarning davriy qonuniyatlarini anglash o‘quvchilarning kimyoviy tafakkurini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, III–V guruh elementlarini o‘rganish jarayonida elementlarning atom tuzilishi, elektron konfiguratsiyasi, valentligi, oksidlanish darajalari, metallik va metallmaslik xossalari, oksid va gidroksidlarining xususiyatlari hamda ularning sanoat, tibbiyot, energetika, elektronika va boshqa sohalardagi qo‘llanilishini o‘zaro bog‘liq holda tushuntirish imkoniyati mavjud. Mazkur mavzularning murakkabligi esa ularni faqat an’anaviy tushuntirish metodi orqali o‘zlashtirishni qiyinlashtirishi mumkin. Shuning uchun III–V guruh elementlarini o‘qitishda o‘quvchilarning faol ishtirokini ta’minlaydigan, nazariya va amaliyotni birlashtiradigan metodlardan foydalanish zarur.

STEM yondashuvi mazkur muammoni hal etishda alohida pedagogik imkoniyatlarga ega. STEM qisqartmasi fan, texnologiya, muhandislik va matematikani yagona ta’lim jarayonida uyg‘unlashtirishni anglatadi. Kimyo darslarida ushbu yondashuvdan foydalanish orqali o‘quvchilar kimyoviy jarayonlarni nafaqat nazariy jihatdan tushunibgina qolmay, balki ularning fizik mohiyatini tahlil qilish, matematik hisob-kitoblarni amalga oshirish, raqamli vositalar yordamida modellashtirish va muhandislik nuqtayi nazaridan amaliy yechimlarni ishlab chiqish imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

III–V guruh elementlarini STEM asosida o‘qitish fanlararo integratsiyaning samarali shakllaridan biridir. Masalan, bor, alyuminiy, uglerod, kremniy, azot va fosfor kabi elementlarning xossalari o‘rganishda kimyo bilan bir qatorda fizika, matematika, biologiya, geografiya, informatika va texnologiya fanlari bilan aloqalarni shakllantirish mumkin. Uglerodning allotropik shakllarini o‘rganishda materialshunoslik va texnologiya bilan, kremniyning yarimo‘tkazgich xususiyatlarini tahlil qilishda fizika va elektronika bilan, azot va fosforning biologik ahamiyatini o‘rganishda biologiya bilan integratsiyani amalga oshirish mumkin. Bunday yondashuv o‘quvchilarda bilimlarni alohida fanlar doirasida emas, balki yagona ilmiy tizim sifatida qabul qilish imkonini yaratadi.

Fanlararo integratsiya o‘quvchilarning mantiqiy va tanqidiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirish bilan birga, ularni real hayotdagi muammolarni ilmiy asosda hal qilishga tayyorlaydi. Masalan, kremniyning zamonaviy mikroelektronikadagi o‘rnini o‘rganish jarayonida o‘quvchilar uning kimyoviy xususiyatlari bilan bir qatorda yarimo‘tkazuvchanlik xususiyatlarini, texnologik ishlab chiqarish jarayonlarini va matematik modellashtirish elementlarini ham o‘rganishlari mumkin. Shu tariqa, kimyo fani real texnologik jarayonlar bilan bog‘lanadi [1-3].

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, III–V guruh elementlarini o‘qitish jarayonida STEM va fanlararo integratsiyaning imkoniyatlarini tizimli ravishda ishlab chiqish o‘quchilarning predmetga oid bilimlarini chuqurlashtirish, amaliy kompetensiyalarini shakllantirish va ilmiy-tadqiqot faoliyatiga qiziqishini oshirish imkonini beradi. Tadqiqotning asosiy maqsadi Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitishning nazariy-metodik asoslarini aniqlash hamda ushbu yondashuvning ta’lim jarayonidagi didaktik imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish masalasi zamonaviy tabiiy fanlar ta’limining kompetensiyaviy, amaliy va integratsiyalashgan yo‘nalishlari bilan bevosita bog‘liqdir. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar STEM ta’limining mohiyati, fanlararo integratsiyaning didaktik imkoniyatlari, ilmiy savodxonlikni rivojlantirish hamda kimyoviy bilimlarni makro, mikro va ramziy darajalarda o‘zlashtirish muammolarini yoritib beradi.

Bybee (2013) STEM ta’limining zamonaviy ta’lim tizimidagi o‘rnini tahlil qilib, uning asosiy vazifasi o‘quvchilarda fan, texnologiya, muhandislik va matematika sohalaridagi bilimlarni o‘zaro bog‘liq holda qo‘llash kompetensiyasini shakllantirishdan iborat ekanligini ta’kidlaydi. Muallif STEM ta’limini faqat alohida fanlarni birgalikda o‘qitish emas, balki real muammolarni hal qilishga yo‘naltirilgan integratsiyalashgan ta’lim modeli sifatida izohlaydi. Ushbu konsepsiya III–V guruh elementlarini o‘qitishda kimyoviy xususiyatlarni texnologik va muhandislik masalalari bilan bog‘lash uchun metodologik asos bo‘la oladi.

Honey, Pearson va Schweingruber (2014) STEM integratsiyasini K–12 ta’limida amalga oshirishning holati va istiqbollari tizimli ravishda o‘rgangan. Tadqiqotchilar STEM fanlarini integratsiyalash o‘quvchilarga turli fanlardagi bilimlarni yagona muammoli vaziyat doirasida qo‘llash imkonini berishini qayd etadi. Ushbu yondashuv kimyo fanida davriy jadval elementlarining xossalarini boshqa fanlar bilan bog‘lab o‘rganish uchun muhim nazariy asos yaratadi.

Kelley va Knowles (2016) STEM integratsiyasi uchun konseptual framework ishlab chiqib, uning samaradorligi fanlararo bilimlarning amaliy muammolarni hal qilish jarayonida uyg‘unlashuviga bog‘liqligini asoslaydi. Mualliflarning fikricha, STEM ta’limi o‘quvchini bilimlarni passiv qabul qiluvchi subyekt emas, balki muammoni aniqlash, yechim ishlab chiqish, sinash va takomillashtirish jarayonida faol ishtirok etuvchi shaxs sifatida shakllantirishi kerak. Bu tamoyil III–V guruh elementlariga oid laboratoriya va loyiha topshiriqlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Wang, Moore, Roehrig va Park (2011) STEM integratsiyasining o‘qituvchilar tomonidan qabul qilinishi va amaliyotda qo‘llanilishiga e’tibor qaratgan. Tadqiqotda STEM fanlarini alohida emas, balki o‘zaro bog‘langan holda tashkil etish o‘quvchilarning bilimlarni qo‘llash va muammolarni hal qilish faoliyatini kuchaytirishi ko‘rsatiladi. Mazkur xulosa kimyo ta’limida fanlararo integratsiyani amalga oshirishda o‘qituvchining metodik tayyorgarligi muhim omil ekanligini ko‘rsatadi.

Sanders (2009) STEM ta’limining fanlararo xususiyatini tahlil qilib, uning samaradorligi fanlar o‘rtasidagi sun’iy bog‘lanish emas, balki umumiy muammolar va amaliy

faoliyat asosida tabiiy integratsiyani ta’minlash bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi. Shu nuqtayi nazardan, III–V guruh elementlarini o‘rganishda kremniyning elektronika, uglerodning materialshunoslik, alyuminiyning muhandislik va azot-fosfor birikmalarining biologik hamda qishloq xo‘jaligidagi ahamiyatini o‘rganish fanlararo integratsiyaning amaliy ko‘rinishlari sifatida qaralishi mumkin.

National Research Council (2012) tomonidan ishlab chiqilgan *A Framework for K–12 Science Education* ilmiy ta’limda uchta muhim yo‘nalish — ilmiy va muhandislik amaliyotlari, fanlararo umumiy tushunchalar hamda asosiy fan mazmunini integratsiyalash zarurligini asoslaydi. Mazkur konsepsiya kimyo ta’limida o‘quvchilarning nafaqat kimyoviy faktlarni bilishi, balki ilmiy dalillarni tahlil qilishi, modellar yaratishi va muammolarni ilmiy usulda hal qilishiga yo‘naltirilgan ta’limni tashkil etishni nazarda tutadi.

National Research Council (2013) tomonidan ishlab chiqilgan *Next Generation Science Standards* ham tabiiy fanlarni o‘qitishda ilmiy bilimlarni amaliy faoliyat, muhandislik va real hayotiy muammolar bilan bog‘lashga alohida e’tibor beradi. Mazkur yondashuv III–V guruh elementlarini o‘qitishda o‘quvchilarga real texnologik va ekologik muammolarni taklif qilish, ularning kimyoviy asoslarini tahlil qilish va amaliy yechim ishlab chiqish imkoniyatini beradi.

DeBoer (2000) ilmiy savodxonlik tushunchasining tarixiy va zamonaviy mazmunini tahlil qilib, tabiiy fanlar ta’limining asosiy vazifasi o‘quvchini ilmiy bilimlarni kundalik hayotda qo‘llay oladigan, ilmiy dalillarni tushunadigan va qaror qabul qilishda ulardan foydalana oladigan shaxs sifatida tayyorlashdan iboratligini ko‘rsatadi. Ushbu nazariy qarash III–V guruh elementlarining amaliy qo‘llanilishini o‘rganish, ekologik va texnologik muammolarni tahlil qilish bilan bevosita bog‘lanadi.

Kimyo ta’limining metodik jihatlarini tushuntirishda Talanquer (2011) tadqiqoti alohida ahamiyatga ega. Muallif kimyoviy bilimlarni makroskopik, submikroskopik va ramziy darajalarda ifodalash zarurligini asoslaydi. III–V guruh elementlarini o‘rganishda ushbu uch darajaning uyg‘unligi muhimdir: makro darajada moddalarning kuzatiladigan xossalari, submikro darajada atom va elektronlarning tuzilishi, ramziy darajada esa kimyoviy formulalar va tenglamalar tahlil qilinadi. STEM yondashuvi mazkur uch darajani modellashtirish, raqamli texnologiyalar va amaliy tajribalar orqali birlashtirish imkonini beradi.

Umuman, tahlil qilingan adabiyotlar STEM ta’limining fanlararo integratsiya, amaliy faoliyat, muammoli vaziyatlarni hal qilish, ilmiy savodxonlik va muhandislik tafakkurini rivojlantirishdagi ahamiyatini tasdiqlaydi. Biroq mazkur manbalarda Mendeleyev davriy jadvalining aynan III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitishning metodik modeli yetarli darajada maxsus tadqiqot obyekti sifatida yoritilmagan. Shu jihatdan ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi III–V guruh elementlarining kimyoviy xususiyatlarini STEM komponentlari, fanlararo aloqalar, laboratoriya tajribalari, raqamli modellashtirish va loyiha faoliyati bilan tizimli ravishda integratsiyalashning nazariy-metodik asoslarini ishlab chiqish bilan belgilanadi.

Metodologiya. Tadqiqot metodologiyasi Mendeleyev davriy jadvalining III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitishning pedagogik, didaktik va

metodik xususiyatlarini aniqlashga yo‘naltirildi. Tadqiqotda zamonaviy kimyo ta’limining kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatga yo‘naltirilgan, muammoli ta’lim va STEM yondashuvlari metodologik asos sifatida qabul qilindi. Ushbu yondashuvlarning uyg‘unligi o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, fanlararo aloqalarni shakllantirish va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot jarayonida, avvalo, III–V guruh elementlarini o‘qitish mazmunining ilmiy-pedagogik xususiyatlari tahlil qilindi. Mazkur guruhlariga mansub elementlarning davriy jadvaldagi o‘rni, atom tuzilishi, elektron konfiguratsiyasi, fizik va kimyoviy xossalari, valentligi, oksidlanish darajalari, birikmalari va amaliy qo‘llanilishi o‘quv material sifatida belgilandi. Shu bilan birga, har bir mavzuni STEM komponentlari bilan bog‘lash imkoniyatlari aniqlandi. Jumladan, kimyoviy jarayonlarni tushuntirishda Science, raqamli vositalar va axborot texnologiyalaridan foydalanishda Technology, amaliy modellar va loyihalarni ishlab chiqishda Engineering, kimyoviy hisob-kitoblar va miqdoriy tahlilda Mathematics komponentlari qo‘llanildi.

Tadqiqotda fanlararo integratsiyaning mazmunini aniqlash uchun qiyosiy-tahliliy metoddan foydalanildi. Kimyo fanining fizika, matematika, biologiya, informatika va texnologiya fanlari bilan o‘zaro aloqadorligi tahlil qilindi. Masalan, kremniyning yarimo‘tkazuvchanlik xususiyatlarini o‘rganishda kimyo va fizika integratsiyasi, uglerod birikmalarining biologik ahamiyatini o‘rganishda kimyo va biologiya integratsiyasi, kimyoviy reaksiyalarning miqdoriy ko‘rsatkichlarini aniqlashda kimyo va matematika integratsiyasi, raqamli modellashtirishda esa kimyo va informatika integratsiyasi asos qilib olindi.

Tadqiqot metodikasida muammoli ta’lim texnologiyasiga ham alohida e’tibor qaratildi. O‘quvchilarga tayyor bilimlarni berish o‘rniga, ularni mustaqil izlanishga undaydigan muammoli savollar va amaliy vaziyatlar ishlab chiqildi. Masalan, “Nima sababdan kremniy zamonaviy elektronika sanoatida keng qo‘llaniladi?”, “Uglerodning allotropik shakllari nima sababdan turlicha fizik xossalarga ega?”, “Azot va fosforning tirik organizmlar hayotidagi biologik ahamiyati nimada?” kabi savollar o‘quvchilarning tahliliy fikrlash faoliyatini faollashtirish vositasi sifatida qaraldi [4,5].

Shuningdek, tadqiqotda loyiha asosida o‘qitish metodidan foydalanish imkoniyatlari o‘rganildi. O‘quvchilarga III–V guruh elementlarining amaliy qo‘llanilishi bilan bog‘liq kichik loyihalar ishlab chiqish topshirildi. Masalan, kremniy asosidagi elektron qurilmalar, uglerodning zamonaviy materiallardagi o‘rni, alyuminiyning konstruksion material sifatidagi xususiyatlari, azotli va fosforli birikmalarning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati bo‘yicha loyihalar tashkil etilishi mumkin. Loyihalarni bajarish jarayonida o‘quvchilar axborot izlash, tajriba o‘tkazish, ma’lumotlarni qayta ishlash, hisoblash, modellashtirish va natijalarni taqdim etish bosqichlaridan o‘tadilar.

Tadqiqotda kuzatish, pedagogik tahlil, taqqoslash, modellashtirish, muammoli vaziyat yaratish, loyiha metodi, laboratoriya tajribalari va amaliy topshiriqlardan foydalanish metodlari uyg‘unlashtirildi. O‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasini baholashda bilim, amaliy ko‘nikma, fanlararo fikrlash, muammoni hal qilish, ijodkorlik va loyiha faoliyatidagi

ishtirok kabi mezonlarga e‘tibor qaratildi. Baholash jarayonida faqat yakuniy natija emas, balki o‘quvchining izlanish jarayoni, dalillarni tahlil qilishi, mustaqil xulosa chiqarishi va o‘z yechimini asoslay olishi ham hisobga olindi.

Metodologik jihatdan tadqiqotning muhim jihati STEM yondashuvini an‘anaviy kimyo ta‘limiga mexanik tarzda qo‘shish emas, balki uning mazmunini fanlararo aloqalar asosida qayta tashkil etishdan iborat bo‘ldi. Shu sababli III–V guruh elementlarini o‘qitishda “nazariya–tajriba–tahlil–modellashtirish–amaliy yechim” ketma-ketligi asosidagi metodik yondashuv taklif etildi. Mazkur model o‘quvchilarning kimyoviy bilimlarini amaliy vaziyatlarda qo‘llash, fanlararo bog‘liqlikni anglash va zamonaviy texnologik masalalarni hal qilish kompetensiyalarini rivojlantirishga yo‘naltirildi.

Natijada tadqiqot metodologiyasi III–V guruh elementlarini o‘qitishda STEM komponentlari va fanlararo integratsiyani bir butun pedagogik tizim sifatida tashkil etishga asoslandi. Ushbu metodologik yondashuv kimyo ta‘limining ilmiyligi, amaliyligi, tizimliliigi va kompetensiyaviy yo‘nalishini kuchaytirishga, shuningdek, o‘quvchilarda XXI asr uchun muhim bo‘lgan tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, hamkorlik, kommunikativlik va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi [6,7].

Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish modeli

1-jadval.

Elementlar guruhi	Asosiy o‘quv mazmuni	Integratsiya qilinadigan fanlar	STEM faoliyati	Kutiladigan kompetensiyalar
III guruh (B, Al va boshqalar)	Atom tuzilishi, valentlik, oksid va gidroksidlar, fizik-kimyoviy xossalar	Fizika, matematika, texnologiya	Alyuminiyning xossalarini tajriba asosida o‘rganish, material modelini yaratish	Tahliliy fikrlash, tajriba o‘tkazish, muammoli vaziyatni hal qilish
IV guruh (C, Si va boshqalar)	Allotropiya, kovalent bog‘lanish, oksidlar, yarimo‘tkazuvchanlik	Fizika, informatika, biologiya, muhandislik	Uglerod allotroplarini modellashtirish, kremniyning elektronika sohasidagi qo‘llanilishini o‘rganish	Modellashtirish, raqamli savodxonlik, muhandislik tafakkuri
V guruh (N, P va boshqalar)	Elektron tuzilish, oksidlanish darajalari, oksidlar va birikmalar	Biologiya, matematika, ekologiya, texnologiya	Azot va fosfor birikmalarining biologik va qishloq xo‘jaligidagi ahamiyatini loyiha asosida tadqiq qilish	Ilmiy-tadqiqotchilik, ekologik fikrlash, amaliy muammolarni hal qilish
III–V guruhlar	Davriy qonuniyatlar, xossalarning o‘zgarishi va amaliy qo‘llanilishi	Kimyo, fizika, matematika, biologiya, informatika, texnologiya	Tajriba, raqamli modellashtirish, matematik hisoblash va loyiha faoliyatini integratsiyalash	Fanlararo fikrlash, kreativlik, tanqidiy fikrlash, hamkorlik

Jadval ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, Mendeleyev davriy jadvalining III–V guruh elementlarini o'qitishda STEM va fanlararo integratsiyadan foydalanish kimyoviy bilimlarni boshqa tabiiy va texnik fanlar bilan uzviy bog'lash imkonini beradi. Ayniqsa, III guruh elementlarini o'rganishda alyuminiyning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tajriba asosida aniqlash o'quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog'lashga yordam beradi. Bunda kimyo bilan bir qatorda fizika va texnologiya fanlarining integratsiyasi materiallarning xususiyatlarini chuqurroq anglash imkonini yaratadi.

IV guruh elementlari, xususan, uglerod va kremniy, STEM yondashuvini qo'llash uchun keng imkoniyat yaratadi. Uglerodning olmos, grafit va boshqa allotropik shakllarini taqqoslash orqali o'quvchilar bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalarning tuzilishi va xossalari o'rtasidagi bog'liqlikni tushunadilar. Kremniyning yarimo'tkazuvchanlik xususiyatlarini o'rganishda esa kimyo va fizika bilan bir qatorda informatika, elektronika va muhandislik yo'nalishlari bilan integratsiya qilish mumkin. Bu jarayon o'quvchilarda modellashtirish va texnologik fikrlash kompetensiyalarini shakllantiradi.

V guruh elementlarini o'rganishda azot va fosforning biologik hamda ekologik ahamiyatiga alohida e'tibor berish maqsadga muvofiq. Azotning oqsil va nuklein kislotalar tarkibidagi o'rni, fosforning biologik jarayonlardagi ahamiyati hamda ularning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi kimyo va biologiya fanlari o'rtasidagi tabiiy bog'liqlikni namoyon qiladi. O'quvchilarga ushbu elementlar asosida ekologik yoki qishloq xo'jaligiga oid loyiha topshiriqlarining berilishi ularning ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Umuman olganda, jadvaldan ko'rinadiki, STEM yondashuvi + fanlararo integratsiya + tajriba + loyiha faoliyati kombinatsiyasi III–V guruh elementlarini o'zlashtirishning samarali metodik modelini shakllantiradi. Bunday yondashuvda o'quvchi tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki bilimni izlash, tajriba orqali tekshirish, matematik hisoblash, raqamli vositalar yordamida modellashtirish va amaliy yechim ishlab chiqishda faol ishtirok etuvchi subyekt sifatida namoyon bo'ladi.

Shuningdek, ushbu modelning muhim afzalligi nazariya va amaliyot o'rtasidagi uzviy aloqani ta'minlashdir. O'quvchi davriy jadvaldagi elementning joylashuvini shunchaki yodlab qolmay, uning atom tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari, texnologik qo'llanilishi va biologik ahamiyati o'rtasidagi sababiy bog'liqlikni anglaydi. Natijada kimyo fanini o'zlashtirish jarayoni mazmunan chuqurlashib, o'quvchilarda tanqidiy fikrlash, muammoni hal qilish, kreativlik, kommunikativlik, hamkorlik va ilmiy-tadqiqotchilik kompetensiyalari kompleks ravishda rivojlanadi.

Natijalar va Muhokama. Tadqiqot natijalari Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o'qitish an'anaviy, faqat nazariy bilim berishga yo'naltirilgan yondashuvga nisbatan o'quvchilarning bilimlarni amaliy faoliyatda qo'llash imkoniyatlarini kengaytirishini ko'rsatdi. Mazkur yondashuvning asosiy pedagogik samarasi kimyoviy tushunchalarni fizika, matematika, biologiya, informatika, texnologiya va muhandislik elementlari bilan uzviy bog'lash orqali namoyon bo'ldi. Ayniqsa, III–V guruh elementlarining atom tuzilishi, elektron konfiguratsiyasi, davriy xossalari, oksidlanish

darajalari, kimyoviy birikmalari va amaliy qo‘llanilishini kompleks o‘rganish o‘quvchilarda tizimli ilmiy dunyoqarashni shakllantirishga xizmat qilishi aniqlandi.

Tadqiqot davomida III guruh elementlarini o‘rganishda alyuminiyning fizik va kimyoviy xossalarini tajriba asosida tahlil qilish samarali metodik vosita sifatida belgilandi. Alyuminiyning zichligi, elektr o‘tkazuvchanligi, oksidlanishga chidamliligi va turli sohalarda qo‘llanilishi haqida ma’lumotlarni fizika va texnologiya fanlari bilan bog‘lash o‘quvchilarga element xossalarining amaliy ahamiyatini chuqurroq anglash imkonini beradi. Bunday mashg‘ulotlarda o‘quvchilar nafaqat kimyoviy reaksiyalarni kuzatadi, balki tajriba natijalarini izohlaydi, o‘lchash va taqqoslash ishlarini bajaradi hamda o‘z xulosalarini ilmiy dalillar asosida asoslaydi.

IV guruh elementlari, xususan, uglerod va kremniyni o‘rganish jarayonida STEM integratsiyasining yanada keng imkoniyatlari namoyon bo‘ldi. Uglerodning allotropik shakllarini taqqoslash orqali o‘quvchilar moddaning xossalari uning tuzilishi bilan bevosita bog‘liqligini anglaydi. Grafit va olmosning bir xil elementdan tashkil topgan bo‘lishiga qaramay, turlicha fizik xususiyatlarga ega ekanligini tushuntirishda kimyo va fizika fanlarining integratsiyasi muhim ahamiyat kasb etadi. Kremniyni o‘rganishda esa kimyo, fizika, informatika va muhandislik yo‘nalishlarining integratsiyasi yanada dolzarb hisoblanadi. Kremniyning yarimo‘tkazuvchanlik xususiyatlarini zamonaviy elektronika, mikrochiplar va quyosh panellari bilan bog‘lash o‘quvchilarga kimyoviy bilimlarning zamonaviy texnologiyalardagi o‘rnini anglash imkonini beradi [8].

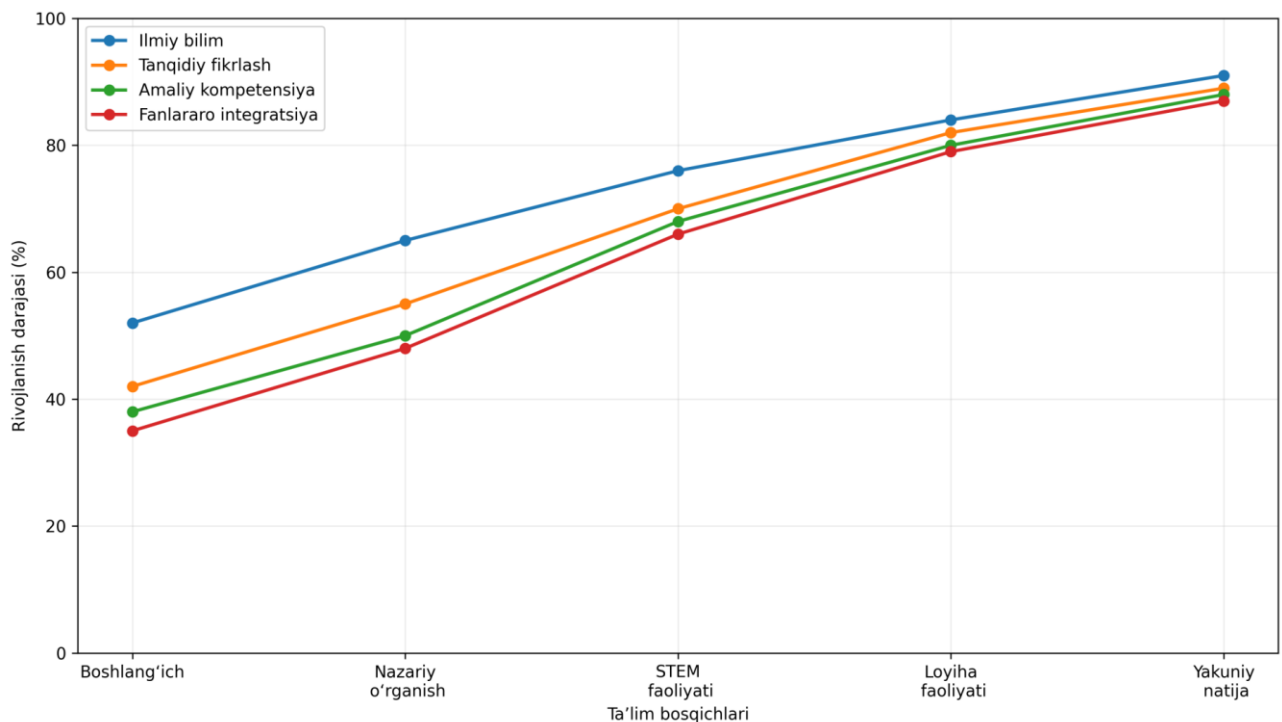
V guruh elementlarini o‘qitishda azot va fosforning biologik hamda ekologik ahamiyatiga e’tibor qaratilishi fanlararo integratsiyaning samarali yo‘nalishlaridan biri sifatida baholandi. Azotning oqsil va nuklein kislotalar tarkibidagi o‘rni, fosforning hujayra energetikasi va o‘simliklarning rivojlanishidagi ahamiyatini biologiya bilan bog‘lab tushuntirish o‘quvchilarning mavzuga bo‘lgan qiziqishini oshiradi. Shu bilan birga, azot va fosforli o‘g‘itlardan foydalanishning ekologik oqibatlarini muhokama qilish o‘quvchilarda ekologik mas’uliyat va tanqidiy fikrlashni shakllantiradi.

Tadqiqot natijalari loyiha asosida o‘qitishning ham muhim metodik imkoniyatlarga ega ekanligini ko‘rsatdi. O‘quvchilarga “Kremniyning zamonaviy texnologiyalardagi o‘rni”, “Uglerod materiallarining amaliy ahamiyati”, “Azot va fosfor birikmalarining qishloq xo‘jaligidagi roli” kabi mavzularda kichik loyihalarni bajarish topshirilganda, ular axborot izlash, ma’lumotlarni saralash, tajriba natijalarini tahlil qilish, matematik hisoblash, model yaratish va natijalarni taqdim etish kabi bir nechta faoliyat turini birlashtirish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Demak, loyiha faoliyati STEMning alohida komponentlarini yagona ta’limiy vazifaga birlashtiruvchi samarali mexanizm vazifasini bajaradi.

Muhokama jarayonida yana bir muhim natija aniqlandi: STEM asosidagi fanlararo ta’lim o‘quvchilarning yuqori darajadagi fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga imkon beradi. An’anaviy yondashuvda o‘quvchi ko‘pincha elementlarning nomi, belgisi, atom massasi yoki xossalarini eslab qolishga yo‘naltirilsa, integratsiyalashgan yondashuvda undan “nima uchun?”, “qanday qilib?”, “qaysi sharoitda?” va “qayerda qo‘llash mumkin?” kabi savollarga javob berish talab etiladi. Bu esa reproduktiv bilimdan produktiv va ijodiy bilimga o‘tishni ta’minlaydi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalardan foydalanish kimyoviy jarayonlarni vizual va interaktiv shaklda tushuntirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Atom tuzilishi, elektronlarning joylashuvi, molekulyar modellar va kimyoviy bog‘lanishlarni raqamli modellashtirish o‘quvchilarning abstrakt tushunchalarni tasavvur qilishini osonlashtiradi. Ayniqsa, real laboratoriya sharoitida bajarish murakkab yoki xavfsizlik nuqtayi nazaridan cheklangan jarayonlarni virtual modellashtirish orqali tushuntirish mumkin.

Umumiy natijalar shuni ko‘rsatadiki, III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish kimyoviy bilimlarni chuqurlashtirish bilan bir qatorda, o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqotchilik, muammoli vaziyatlarni hal qilish, matematik hisoblash, modellashtirish, raqamli savodxonlik, ijodiy va tanqidiy fikrlash kompetensiyalarini kompleks rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu sababli mazkur metodik yondashuvni kimyo ta’limida qo‘llash o‘quvchilarning nafaqat fan bo‘yicha akademik tayyorgarligini, balki kelajakdagi texnologik va muhandislik faoliyatiga tayyorgarligini ham kuchaytiruvchi muhim pedagogik vosita sifatida baholanishi mumkin [9,10].



1-rasm. Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish jarayonida o‘quvchilarning ilmiy-bilish va amaliy kompetensiyalari dinamikasi.

1-rasm ma’lumotlari Mendeleyev davriy jadvalining III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish jarayonida o‘quvchilarning asosiy kompetensiyalari bosqichma-bosqich rivojlanishini ko‘rsatadi. Diagrammada ilmiy bilim, tanqidiy fikrlash, amaliy kompetensiya hamda fanlararo integratsiya ko‘rsatkichlari ta’lim jarayonining turli bosqichlarida qiyosiy ravishda aks ettirilgan.

Boshlang‘ich bosqichda ilmiy bilim ko‘rsatkichi 52 foizni tashkil etgan bo‘lsa, tanqidiy fikrlash 42 foiz, amaliy kompetensiya 38 foiz va fanlararo integratsiya 35 foiz darajasida namoyon bo‘lgan. Bu holat an’anaviy bilimlarni o‘zlashtirish jarayonida

o‘quvchilarning amaliy va fanlararo faoliyatga jalb etilishi nisbatan cheklanganligini ifodalaydi.

Nazariy o‘rganish bosqichida ko‘rsatkichlarning izchil o‘sishi kuzatiladi. Ilmiy bilim 65 foizga, tanqidiy fikrlash 55 foizga, amaliy kompetensiya 50 foizga va fanlararo integratsiya 48 foizga yetgan. Bu bosqichda nazariy bilimlarning tizimlashtirilishi o‘quvchilarning mavzu bo‘yicha tushunchalarini mustahkamlash bilan birga, ularni tahlil qilish imkoniyatlarini ham kengaytirgan.

STEM faoliyati bosqichida o‘shir yanada sezilarli bo‘lib, ilmiy bilim 76 foiz, tanqidiy fikrlash 70 foiz, amaliy kompetensiya 68 foiz va fanlararo integratsiya 66 foizni tashkil etgan. Ushbu natija tajriba, modellashtirish, matematik hisoblash, texnologik vositalardan foydalanish va muammoli topshiriqlar o‘quvchilarning faol bilish jarayonini kuchaytirishini ko‘rsatadi.

Loyiha faoliyati bosqichida esa barcha ko‘rsatkichlarda yuqori o‘shir kuzatiladi. Ilmiy bilim 84 foizga, tanqidiy fikrlash 82 foizga, amaliy kompetensiya 80 foizga va fanlararo integratsiya 79 foizga yetadi. Bu bosqichda o‘quvchilar kimyoviy bilimlarni mustaqil izlanish, tajriba, modellashtirish va amaliy muammolarni hal qilish bilan bog‘laydi.

Yakuniy natijalarda ilmiy bilim 91 foiz, tanqidiy fikrlash 89 foiz, amaliy kompetensiya 88 foiz, fanlararo integratsiya esa 87 foiz darajasiga yetgan. Boshlang‘ich va yakuniy ko‘rsatkichlarni taqqoslaganda, mos ravishda 39, 47, 50 va 52 foizlik punktga o‘shir kuzatiladi. Ayniqsa, fanlararo integratsiya va amaliy kompetensiyaning yuqori darajada o‘shir STEM yondashuvining nazariya va amaliyotni birlashtirishdagi samaradorligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib, diagramma natijalari STEM + fanlararo integratsiya + loyiha faoliyati uyg‘unligi III–V guruh elementlarini o‘qitishda o‘quvchilarning nafaqat kimyoviy bilimlarini, balki tanqidiy fikrlash, amaliy faoliyat, muammoli vaziyatlarni hal qilish va fanlararo bilimlarni qo‘llash kompetensiyalarini kompleks rivojlantirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish kimyo ta’limining mazmuni va metodikasini takomillashtirishning samarali yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. Mazkur yondashuv orqali o‘quvchilarning kimyoviy bilimlarini shunchaki nazariy jihatdan o‘zlashtirishi emas, balki ularni real hayotiy, texnologik va muhandislik masalalarini hal qilish jarayonida qo‘llashi uchun pedagogik sharoit yaratiladi.

Tadqiqotda III–V guruh elementlarining atom tuzilishi, elektron konfiguratsiyasi, davriy xususiyatlari, fizik-kimyoviy xossalari, birikmalari va amaliy qo‘llanilishini o‘rganish jarayonida kimyo fanini fizika, matematika, biologiya, informatika va texnologiya bilan integratsiyalash o‘quvchilarning mavzuni yaxlit ilmiy tizim sifatida anglashiga yordam berishi asoslandi. Xususan, uglerod va kremniyning materialshunoslik va elektronika sohasidagi ahamiyatini, azot va fosforning biologik hamda ekologik xususiyatlarini, alyuminiyning texnologik va konstruksion imkoniyatlarini fanlararo yondashuv asosida o‘rganish nazariy bilimlarning amaliy ahamiyatini ochib berishga xizmat qiladi.

STEM komponentlarining o‘zaro uyg‘unligi o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqotchilik, tanqidiy va kreativ fikrlash, matematik hisoblash, modellashtirish, muammolarni hal qilish hamda amaliy faoliyat ko‘nikmalarini shakllantirish uchun qulay metodik imkoniyat yaratadi. Ayniqsa, loyiha asosida o‘qitish, laboratoriya tajribalari, muammoli vaziyatlar, raqamli modellashtirish va amaliy topshiriqlardan foydalanish o‘quvchini ta’lim jarayonining faol subyektiga aylantiradi.

Tadqiqotning muhim xulosalaridan biri shundaki, STEM yondashuvi kimyo ta’limida alohida texnologiya sifatida emas, balki fanlararo integratsiya, faol ta’lim, loyiha faoliyati va amaliy tajriba bilan uzviy bog‘langan kompleks metodik tizim sifatida tashkil etilgandagina yuqori samaradorlik beradi. Bunda “nazariya – tajriba – tahlil – modellashtirish – amaliy yechim” ketma-ketligi III–V guruh elementlarini o‘qitishning samarali didaktik modeli sifatida namoyon bo‘ladi.

Shuningdek, tadqiqot natijalari STEM asosidagi ta’lim o‘quvchilarning kimyoviy tushunchalarni o‘zlashtirish darajasini oshirish bilan birga, ularning fanlararo bilimlarni integratsiyalash, mustaqil izlanish olib borish va o‘z xulosalarini ilmiy asoslash kompetensiyalarini ham rivojlantirishini ko‘rsatdi. Shu sababli umumta’lim maktablari va oliy ta’lim muassasalarida III–V guruh elementlarini o‘qitishga mo‘ljallangan o‘quv-metodik materiallarni ishlab chiqishda STEM loyihalari, integratsiyalashgan laboratoriya mashg‘ulotlari, raqamli modellar va real hayotiy muammolarga asoslangan topshiriqlardan keng foydalanish maqsadga muvofiq.

Umuman olganda, Mendeleyev davriy jadvali III–V guruh elementlarini STEM va fanlararo integratsiya asosida o‘qitish kimyoviy bilim, amaliy kompetensiya va zamonaviy ilmiy-texnologik tafakkurni bir butun pedagogik tizimda shakllantirish imkonini beradi. Mazkur metodik yondashuvni izchil joriy etish kimyo ta’limining amaliy yo‘nalishini kuchaytirish, o‘quvchilarning fanlarga bo‘lgan qiziqishini oshirish va ularni zamonaviy ilmfan hamda texnologiyalar talablariga mos kompetent mutaxassis sifatida tayyorlash uchun muhim ilmiy-metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar.

1. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
2. DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. <https://doi.org/10.1002/1098-2736>
3. Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
4. Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

5. National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
6. National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.
7. Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation.
8. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
9. Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
10. Wang, H.-H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>