

BO‘LAJAK KIMYO O‘QITUVCHILARINING AXBOROT-METODIK KOMPETENTLIGINI TAKOMILLASHTIRISHDA ACD/CHEMSKETCH DASTURINING O‘RNI VA UNING FUNKSIONAL IMKONIYATLARI

РОЛЬ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ ACD/CHEMSKETCH В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННО- МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ

Rajabov Khudayor

Urganch davlat universiteti

Kimyo kafedrası dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada bo‘lajak kimyo fani o‘qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini takomillashtirishda “ACD/ChemSketch” kimyoviy kompyuter muharriridan foydalanish imkoniyatlari va pedagogik afzalliklari tadqiq etilgan. Organik kimyo kursidagi gomologik qatorlar, IUPAC nomenklaturasi, izomeriya turlari va laboratoriya jihozlari shablonlari yordamida sifatli raqamli didaktik materiallar yaratish metodikasi batafsil yoritilgan. Tadqiqotda dasturning dars konspektlari, tarqatma materiallar va taqdimotlarni vizuallashtirishdagi o‘rni amaliy misollar (glyukoza molekulasining mutarotatsiya muvozanati) orqali ko‘rsatib berilgan. Shuningdek, talabalarning dasturda ishlash ko‘nikmalarini baholash mezonlari va olingan natijalarning pedagogik samaradorligi ilmiy-statistik tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar. *Bo‘lajak kimyo o‘qituvchisi, axborot-metodik kompetentlik, ACD/ChemSketch, organik kimyo, 2D/3D vizuallashtirish, IUPAC nomenklaturasi, didaktik material, baholash mezonlari.*

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности и педагогические преимущества использования химического компьютерного редактора «ACD/ChemSketch» для повышения информационно-методической компетентности будущих учителей химии. Подробно описана методология создания высококачественных цифровых дидактических материалов с использованием гомологических рядов, номенклатуры ИЮПАК, типов изомерии и шаблонов лабораторного оборудования в курсе органической химии. В исследовании показана роль программы в визуализации планов уроков, раздаточных материалов и презентаций на практических примерах (равновесие мутаротации молекулы глюкозы). Также научно и статистически проанализированы критерии оценки навыков студентов в работе с программой и педагогическая эффективность полученных результатов.

Ключевые слова. Будущий учитель химии, информационно-методическая компетентность, ACD/ChemSketch, органическая химия, 2D/3D визуализация, номенклатура ИЮПАК, дидактический материал, критерии оценки.

Abstract. This article explores the opportunities and pedagogical advantages of using the “ACD/ChemSketch” chemical computer editor to improve the information-methodological competence of future chemistry teachers. The methodology for creating high-quality digital didactic materials using homologous series, IUPAC nomenclature, types of isomerism, and laboratory equipment templates in the organic chemistry course is highlighted in detail. The study demonstrates the software’s role in visualizing lesson notes, handouts, and presentations through practical examples (the mutarotation equilibrium of the glucose molecule). Furthermore, the evaluation criteria for students' software skills and the pedagogical effectiveness of the obtained results are analyzed through scientific and statistical methods.

Keywords. Future chemistry teacher, information-methodological competence, ACD/ChemSketch, organic chemistry, 2D/3D visualization, IUPAC nomenclature, didactic material, evaluation criteria.

Organik kimyo kursi o‘zining tuzilishi (izomeriya, gomologiya, fazoviy tuzilish, reaksiyalar mexanizmi) jihatidan yuqori darajadagi vizuallikni talab qiluvchi fan hisoblanadi. Ushbu muammoni samarali hal qilishda turli raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish taqozo etiladi. ACD/ChemSketch dasturi bo‘lajak kimyo fani o‘qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini takomillashtirishda bazaviy va eng fundamental raqamli ta’lim resursi hisoblanadi. Dastur bo‘lajak o‘qituvchiga mavhum kimyoviy tushunchalarni aniq va tushunarli raqamli didaktik materiallarga aylantirish imkonini beradi.

Quyida biz ushbu dasturning imkoniyatlari va uning bo‘lajak kimyogar o‘qituvchilar axborot-metodik kompetentligini oshirishdagi o‘rnini batafsil tizimlashtirishga harakat qildik.

Avvalombor, dasturning funksional imkoniyatlari, ya’ni texnik xarakteristikasiga to‘xtalib o‘tish joiz. ChemSketch dasturi organik kimyo darslarini loyihalash uchun quyidagi professional modullarni taqdim etadi.

Birinchi navbatda ChemSketch dasturi 2D struktura muharriri hisoblanadi. Uning yordamida organik birikmalarning yassi tuzilish formulalarini, gibridlanish turlarini, funksional guruhlarni, reaksiyalar tenglamalari va uglerod zanjirlarini xatosiz yozish mumkin. Ikkinchidan, u yozilgan 2D formulalarni bir harakat (klavish) orqali uch o‘lchamli fazoviy modelga o‘tkazish va uni 360° darajada harakatlantirish imkonini beradi. Uchinchidan, uning yordamida yozilgan har qanday murakkab organik birikmaning xalqaro IUPAC tizimidagi nomini avtomatik ravishda aniqlash va aksincha, nomini yozish orqali birikmaning formulasini generatsiya qilish mumkin. To‘rtinchidan ChemSketch dasturi tayyor shablonlar ombori hamdir. Chunki, unda

kimyoviy laboratoriya jihozlari, asbob-uskunalar yig'indisi, aminokislotalar, uglevodlar (siklik shakllari), alkaloidlar va DNK/RNK fragmentlarining tayyor chizmalari mujassam. Uni fizik-kimyoviy konstantalar kalkulyatori desak ham bo'ladi. Chunki, u moddaning molekulyar massasi, zichligi, refraksiyasi, paraxor va taqsimlanish koeffitsiyentlarini onlayn hisoblab berish moduli hamdir.

Endi ChemSketch dasturining axborot-metodik kompetentlikni takomillashtirishdagi o'rniga to'xtalsak. Bo'lajak o'qituvchining axborot-metodik kompetentligi - bu faqat dasturni yaxshi tushunish emas, balki undan kimyoni o'qitish metodikasida samarali foydalana olish mahorati hamdir. ChemSketch bu borada quyidagi pedagogik vazifalarni hal qiladi:

a) Sifatli raqamli didaktik materiallar yaratish vazifasi. An'anaviy darslarda o'qituvchi murakkab organik reaksiyalarni doskada yozishga ko'p vaqt sarflaydi. ChemSketch orqali bo'lajak o'qituvchi dars konspektlari, tarqatma materiallar va taqdimotlar (pptx) uchun xalqaro darsliklar standartiga mos keluvchi HD formatdagi grafik obyektlarni o'zi mustaqil yaratadi. Kimyoviy xatoliklardan ya'ni, valentlik qoidalarining buzilishi, bog'larning noto'g'ri yo'nalishda chizish kabilardan xalos bo'ladi, chunki dasturdagi "Clean Structure" funksiyasi bog'lar uzunligi va ular orasidagi burchaklarni avtomatik ravishda simmetrik holatga keltiradi.

b) Fazoviy va mantiqiy tafakkurni rivojlantirish vazifasi. Organik kimyodagi eng qiyin mavzulardan biri - izomeriya (ayniqsa, geometrik va optik izomeriya) hisoblanadi. O'qituvchi ekranda molekulaning 3D modelini aylantirib ko'rsatish orqali o'quvchilarda molekulyar fazoviy tasavvurni shakllantiradi. Uglerod atomlarining sp^3 , sp^2 , sp gibridlanishidagi bog' burchaklari ($109,5^\circ$, 120° , 180°) tayyor modellar misolida ko'z bilan ko'rib o'rganiladi.

c) Laboratoriya darslarini virtual loyihalash vazifasi. Dasturning Lab Kit (laboratoriya shablonlari) bo'limi yordamida bo'lajak o'qituvchi real kimyo laboratoriyasida tajriba o'tkazishdan oldin, slayd yoki tarqatma materialda asboblarning (masalan, haydash qurilmasini) qanday yig'ilishi chizmasini sxematik ko'rsatib bera oladi. Bu o'quvchilarda laboratoriyada ishlash xavfsizligi va reglamentini shakllantirishda ko'rgazmali trenajyor vazifasini o'taydi.

Endi kompetentlikni oshirish bosqichlari va uning pedagogik mexanizmiga to'xtalsak. Oliy ta'lim muassasalarida talabalarning ChemSketch bo'yicha kompetentligi 3 ta bosqichda tizimli takomillashtiriladi:

1. Texnik bosqich.
2. Konstruktiv bosqich.
3. Metodik bosqich.

Texnik bosqichda talaba dastur interfeysini, molekulada atomlar va bog'larni joylashtirishni, menyular bilan ishlashni o'rganadi.

Konstruktiv bosqichda talabaga organik kimyoning murakkab bo'limlari (masalan, "Aromatik uglevodorodlar" yoki "Uglevodlar" bo'limlari) bo'yicha reaksiyalar zanjirini va 3D modellarini mustaqil yozish vazifasi (loyiha ishi sifatida) beriladi.

Metodik bosqichda esa, bo'lajak o'qituvchi maktab dasturidagi muayyan bir dars ssenariysini (masalan, "Glyukozaning tuzilishi va xossalari") to'laligicha ChemSketch grafiklari va modellari asosida tayyorlab, uni pedagogik amaliyotda (maktab sharoitida) sinovdan o'tkazadi.

Olib borgan tadqiqotlarimiz natijasida talabalarning ChemSketch dasturida ishlash ko'nikmasini baholovchi amaliy nazorat topshiriqlari mezonlari va maktab darsliklaridagi murakkabroq mavzularni dasturda chizish bo'yicha metodik qo'llanmani ham ishlab chiqdik. Quyida har ikki material ham to'liq, tizimli va tayyor ilmiy-metodik ko'rinishda keltirildi.

1. Talabalarning ChemSketch dasturida ishlash ko'nikmasini baholovchi amaliy nazorat topshiriqlari mezonlari. Ushbu baholash tizimi bo'lajak kimyo o'qituvchilarining ChemSketch dasturidan foydalanish bo'yicha amaliy (texnik va metodik) ko'nikmalarini xolis baholashga xizmat qiladi. Topshiriq ikki qismdan ya'ni texnik chizish va metodik tatbiqdan iborat.

Talabaga quyidagi amaliy topshiriq vazifa sifatida beriladi: ChemSketch dasturida benzol halqasining elektron tuzilishi (π -elektron buluti) va o'rinbosarlarning yo'naltiruvchi ta'sirini (masalan, toluolning nitrolanishi reaksiyasini) chizing, uni 3D ko'rinishga o'tkazing va maktab o'quvchilari uchun tarqatma didaktik material shakliga keltiring.

Amaliy topshiriq bajarilishini baholash mezonlari jadvali

Baholash mezonlari	Mukammal (A'lo: 86-100 b)	Qisman (Yaxshi: 71-85 b)	Qoniqarli (55-70 b)
1. Texnik chizish va valentlik qoidalariga rioya qilish (30 ball)	Kimyoviy bog'lar, atomlar, elektron juftlar va strelkalar mutlaqo xatosiz, valentlik qoidalariga 100% mos chizilgan. (26-30 ball)	Birikmalarda valentlikni noto'g'ri ko'rsatish bilan bog'liq xatolar yo'q, biroq atomlar va bog'lar simmetriyasi biroz buzilgan, "Clean Structure" funksiyasidan to'liq foydalanilmagan. (21-25 ball)	Molekula chizilgan, lekin valentlik qoidalariga rioya qilishda xatolarga yo'l qo'yilgan, bog'lar tartibsiz va o'lchamlari turlicha. (16-20 ball)
2. 3D modellashtirish va nomenklatura (20 ball)	2D model muvaffaqiyatli 3D Viewer oynasiga o'tkazilgan, uning optimal ko'rinishi	Moddaning 3D ko'rinishi hosil qilingan, biroq darsga mos vizual rejim noto'g'ri	Faqat 2D model bor, uni 3D formatga o'tkazishda yoki birikmaning xalqaro nomini

	tanlangan. Birikmaning IUPAC bo'yicha nomi avtomatik xatosiz aniqlangan. (17-20 ball)	tanlangan (masalan, simli rejim). IUPAC bo'yicha nomlashda kichik kamchilik mavjud. (14-16 ball)	aniqlashda texnik qiyinchiliklarga duch kelingan. (11-13 ball)
3. Tayyor shablonlar (Templates) bilan ishlash (20 ball)	Template Window ichidan laboratoriya jihozlari, asboblari yig'indisi va radikallar dars mavzusiga mos ravishda to'g'ri saralangan va dars ishlanmasiga uyg'un integratsiya qilingan. (17-20 ball)	Shablonlar omboridan foydalanilgan, lekin jihozlarning o'lchamlari va ularning o'zaro ulanish sxemasida vizual xatoliklarga yo'l qo'yilgan. (14- 16 ball)	Shablonlardan foydalanilgan olmaydi yoki dars mavzusiga mutlaqo aloqador bo'lmagan grafik elementlarni tanlagan. (11-13 ball)
4. Metodik tatbiq va didaktik dizayn (30 ball)	Yaratilgan grafik material maktab darsligi standartiga to'liq mos keladi. Matnlar shaffof, ranglar funksional guruhlarini ajratib ko'rsatadi, tayyor pdf/png/pptx shaklda eksport qilingan. (26-30 ball)	Didaktik material tayyorlangan, biroq ranglar palitrasi noto'g'ri tanlangani sababli o'quvchining diqqatini funksional guruhga jalb qilish qiyin. Eksport sifati o'rtacha. (21-25 ball)	Chizilgan material shunchaki screenshot qilingan, unga o'quvchilar uchun hech qanday metodik ko'rsatma yoki tushuntirish matnlari qo'shilmagan. (16-20 ball)

2. Maktab darsliklaridagi murakkab mavzularni ChemSketchda chizish bo'yicha metodik qo'llanmaning ko'rinishi. Ushbu qo'llanma bo'lajak o'qituvchilarga maktab organik kimyo darsligidagi eng mavhum va murakkab mavzulardan biri – "Uglevodlar" mavzusida glyukozaning chiziqli va siklik shakllari (mutarotatsiya muvozanati) ni dasturda qanday chizish va darsga tayyorlash yo'riqnomasi bo'lib xizmat qiladi.

Metodik qo'llanma moduli: "Glyukoza molekulasi raqamli loyihalash"

1. Metodik maqsad:

O'quvchilarga glyukozaning nega ham aldegid, ko'p atomli spirt (chiziqli shakl), ham siklik α va β -anomerlar) xossalari namoyon qilishini raqamli grafik material yordamida ko'rgazmali isbotlash.

2. Dasturda chizishning texnik algoritmi (texnik bosqichlar):

a) Glyukozaning chiziqli (aldegid) shaklini chizish: ChemSketch oynasini oching va Structure rejimini yoqing. Chap paneldan Carbon (C) elementini tanlang va ishchi maydonga ketma-ket vertikal holatda 6 ta uglerod atomini bog‘lab chizing (uglerod zanjiri). 1-uglerod atomiga borib, sichqonchani ikki marta bosing va yuqoriga qarab torting, qo‘sh bog‘ ($C=O$) hosil qiling (aldegid guruhi). Qolgan 2, 3, 4, 5-uglerod atomlariga chap panelda Oxygen (O) ni tanlab, -OH (gidroksid) guruhlarini biriktirib chiqing. Yuqori paneldagi “Clean Structure” tugmasini bosing. Dastur bog‘larni darslikdagidek chiroyli tekshirib, to‘g‘rilab beradi.

b) Siklik α va β shakllarini shablondan tayyor yuklash: Glyukozaning siklik shaklini qo‘lda chizish vaqtni oladi va valent burchaklari noto‘g‘ri chiqishi mumkin. Shuning uchun tayyor shablondan foydalaniladi. Yuqori menyudan Template Window (yoki klaviaturadan F5) tugmasini bosing. Ochilgan oynaning chap ro‘yxatidan Carbohydrates (Uglevodlar) bo‘limini toping. Bu yerdan α -D-glucopyranose va β -D-glucopyranose tayyor 2D karkaslarini tanlab, sichqoncha bilan ishchi maydonga (chiziqli shaklning o‘ng va chap tomonlariga) joylashtiring.

c) Reaksiya sharoitlari va strelkalarni loyihalash: Yuqori chap burchakdan Draw rejimiga o‘ting. Paneldagi Polylines / Arrows (strelkalar) bo‘limidan qaytarlik strelkasini ($\rightleftharpoons$) tanlang. Chiziqli shakl bilan siklik shakllar o‘rtasiga ushbu strelkalarni chizib qo‘ying. Bu o‘quvchilarga eritmadagi dinamik muvozanatni anglatadi.

3. Ranglar bilan metodik ishlov berish: Siklik shakldagi 1-uglerod atomida turgan -OH guruhini sichqoncha bilan belgilang. Pastki ranglar palitrasidan unga qizil rang bering. Chiziqli shakldagi aldegid guruhining $=O$ (kislorodini) esa ko‘k rangga bo‘yang.

Dars jarayonida o‘qituvchi interaktiv doskada ushbu ranglarni ko‘rsatib: “Bolalar, mana shu ko‘k rangli kislorod va qizil rangli gidroksid guruhi molekulaning halqa shaklida yopilishida asosiy rolni o‘ynaydi” deb fazoviy hujum mexanizmini juda oson tushuntirib bera oladi.

4. Eksport va darsga tayyorlash: File $\rightarrow$ Export buyrug‘ini bosing. Fayl turini tif yoki png deb belgilang. Ushbu rasmni PowerPoint slaydiga joylang.

Shu tariqa talaba maktab darsligidagidan ham sifatli, rangli va asosiysi o‘zi yaratgan interaktiv o‘quv materialiga ega bo‘ladi. Talabalarning yuqorida keltirilgan mezonlar asosida tayyorlagan ishlari ularning kelajakda darslarni raqamli loyihalash bo‘yicha kompetensiyasi naqadar yuqori ekanligini pedagogik jihatdan isbotlaydi.

Xulosa sifatida aytadigan bo‘lsak, ACD/ChemSketch dasturini mukammal egallash bo‘lajak kimyo o‘qituvchisini an’anaviy, faqat doska va bo‘rga tayanadigan o‘qitish uslubidan zamonaviy, vizual va muhandislik-konstruktorlik ta’lim yondashuviga o‘tkazadi. Bu dastur talabaning axborot texnologiyalari bilan kimyo metodikasini uyg‘unlashtiruvchi ko‘prik vazifasini o‘taydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rajabov, X. M. Bo'lajak kimyo o'qituvchisi axborot-metodik kompetentligini rivojlantirishda AKTning roli // Uzluksiz ta'lim. – 2021. – №12(90). 101-105 b.
2. Rajabov, X. M. Bo'lajak kimyo o'qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini rivojlantirish // Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar. – 2023. – №12. 205-209 b.
3. Rajabov, X. M. Bo'lajak kimyo o'qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini takomillashtirishning tashkiliy-didaktik aspektlari // Scientific Bulletin of NamSU – Научный вестник НамГУ. – 2024. – №1. 504-509 b.
4. Rajabov, X. Raqamli ta'lim muhitida bo'lajak kimyo o'qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini takomillashtirishning metodik tizimi // Ta'lim, fan va innovatsiya. – 2024. – №1. **363-365 b.**
5. Ganiev, B. Sh., Kholikova, G. K., Sadullaeva, G. G., Salimov, F. G. va boshq. Использование программы ChemSketch в процессе изучения органической химии для повышения успеваемости учащихся // Universum: психология и образование. – 2021. – №12(90). – DOI: 10.32743/UniPsy.2021.90.12.12726.
6. Batista, G. da C., Lima, A. R., Crisóstomo, L. C. da S., Marinho, M. M., & Marinho, E. S. Softwares para o ensino de Química: ChemSketch® um poderoso recurso didático // Redin – Revista Educacional Interdisciplinar. – 2016. – Vol. 5, No. 1.
7. Hungaro, M., Silva, R., & Rossi, P. Para além dos livros: ACD/ChemSketch® como ferramenta facilitadora no ensino de Química // Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade. – 2024. – Vol. 11, No. 27. – DOI: 10.55028/pdres.v11i27.20047.
8. Cetin-Dindar, A., Boz, Y., Yildiran Sonmez, D., & Demirci Celep, N. Development of pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge // Chemistry Education Research and Practice. – 2018. – Vol. 19, No. 1. – P. 167–183. – DOI: 10.1039/C7RP00175D.
9. Helppolainen, S., & Aksela, M. Science teachers' ICT use from a viewpoint of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) // LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education. – 2015. – Vol. 3, No. 6. – P. 783–799. – DOI: 10.31129/lumat.v3i6.998.
10. Bernardes, T. S., & de Andrade Neto, A. S. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in pre-service and in-service chemistry teacher training: a systematic literature review // RENOTE. – 2021. – Vol. 18, No. 2. – P. 611–620. – DOI: 10.22456/1679-1916.110304.

11. Nugraheni, A. R. E., & Srisawasdi, N. Development of pre-service chemistry teachers' knowledge of technological integration in inquiry-based learning to promote chemistry core competencies // *Chemistry Education Research and Practice*. – 2025. – Vol. 26. – P. 398–419. – DOI: 10.1039/D4RP00160E.
12. Chiu, W.-K. Pedagogy of Emerging Technologies in Chemical Education during the Era of Digitalization and Artificial Intelligence: A Systematic Review // *Education Sciences*. – 2021. – Vol. 11, No. 11. – Article 709. – DOI: 10.3390/educsci11110709.
13. Ali, S. B., Talib, C. A., & Jamal, A. M. Digital Technology Approach in Chemistry Education: A Systematic Literature Review // *Journal of Natural Science and Integration*. – 2023. – Vol. 6, No. 1. – DOI: 10.24014/jnsi.v6i1.21777.
14. Orel, M., Peklaj, C., & Ferik Savec, V. Exploring Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge as an Indicator for the Planning of In-service Teacher Training in Chemistry Education // *Acta Chimica Slovenica*. – 2024. – Vol. 71, No. 3. – P. 451–461. – DOI: 10.17344/acsi.2024.8783.
15. Wohlfart, O. et al. Teachers' role in digitalizing education: an umbrella review // *Technology, Knowledge and Learning*. – 2022. – DOI: 10.1007/s11423-022-10166-0.
16. Digital Teaching Competence: A Systematic Review // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14, No. 11. – Article 6428. – DOI: 10.3390/su14116428.
17. Technology-enhanced learning influence on chemical literacy: A systematic review // *Eclética Química*. – 2024. – Vol. 49. – DOI: 10.26850/1678-4618.eq.v49.2024.e1534.
18. UNESCO. *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. Version 3*. Paris: UNESCO, 2018. – 68 p. – ISBN 978-92-3-100285-4.