

3D MODELLASHTIRISH TEXNOLOGIYALARI ORQALI BO‘LAJAK KIMYO O‘QITUVCHILARINING METODIK TAYYORGARLIGINI TAKOMILLASHTIRISH

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИЙ 3D- МОДЕЛИРОВАНИЯ

IMPROVING THE METHODOLOGICAL TRAINING OF FUTURE CHEMISTRY TEACHERS THROUGH 3D MODELING TECHNOLOGIES

Rajabov Khudayor Madrimovich

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti

“Kimyo” kafedrası dotsenti

xudayor.rajabov1971@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada organik kimyo fanini o‘qitish jarayonida 3D modellashtirish texnologiyalaridan foydalanishning metodik imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Xususan, bo‘lajak kimyo o‘qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini rivojlantirishda Chem3D dasturidan foydalanish masalalariga e‘tibor qaratilgan. Organik kimyoda o‘quvchilar uchun nisbatan murakkab tasavvur qilinadigan molekulyar orbitallar, elektron zichligining taqsimlanishi, molekulalarning fazoviy tuzilishi va rezonans hodisalarini uch o‘lchamli modellar yordamida namoyish etish imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, dasturdan ta‘lim jarayonida foydalanish bilan bog‘liq ayrim texnik va metodik cheklovlar, jumladan, litsenziyalash, kompyuter resurslariga bo‘lgan talab hamda interfeys tiliga oid masalalar ko‘rib chiqilgan. Mazkur cheklovlarni kamaytirishda tayyor vizual materiallar, video va animatsiyalar hamda mobil qurilmalarga mos muqobil vositalardan foydalanish imkoniyatlari taklif etilgan.

Аннотация. В статье рассмотрены методические возможности использования технологий 3D-моделирования в процессе обучения органической химии. Особое внимание уделено использованию программы Chem3D для развития информационно-методической компетентности будущих учителей химии. Проанализированы возможности представления с помощью трехмерных моделей молекулярных орбиталей, распределения электронной плотности, пространственного строения молекул и резонансных явлений, которые могут вызывать определенные трудности при изучении органической химии. Рассмотрены также отдельные технические и методические ограничения использования программы в образовательном процессе, включая вопросы лицензирования, требований к компьютерным ресурсам и языка интерфейса. Для снижения влияния указанных ограничений предложено использовать готовые

визуальные материалы, видеозаписи, анимации и альтернативные средства, адаптированные для мобильных устройств.

Abstract. The article examines the methodological possibilities of using 3D modeling technologies in organic chemistry education. Particular attention is paid to the use of Chem3D for developing the information-methodological competence of future chemistry teachers. The possibilities of presenting molecular orbitals, electron-density distribution, molecular spatial structures, and resonance phenomena through three-dimensional models are discussed. These forms of visualization can support the explanation of concepts that are difficult to represent adequately using conventional two-dimensional schemes. The article also considers several technical and methodological limitations of using Chem3D in education, including licensing, computer-resource requirements, and the language of the interface. To reduce these limitations, the use of prepared visual materials, videos, animations, and alternative tools adapted for mobile devices is proposed.

Kalit soʻzlar: boʻlajak kimyo oʻqituvchisi, axborot-metodik kompetentlik, Chem3D, 3D modellashtirish, organik kimyo, molekulyar orbitallar, elektron zichligi, vizuallashtirish, gibrid taʼlim.

Ключевые слова: будущий учитель химии, информационно-методическая компетентность, Chem3D, 3D-моделирование, органическая химия, молекулярные орбитали, электронная плотность, визуализация, смешанное обучение.

Keywords: future chemistry teacher, information-methodological competence, Chem3D, 3D modeling, organic chemistry, molecular orbitals, electron density, visualization, blended learning.

Zamonaviy jahon taʼlim makonida kimyo taʼlimida faqatgina nazariy faktlarni yodlashdan voz kechilib, STEAM hamda tanqidiy fikrlash tizimiga oʻtilmoqda. Ayniqsa PISA va TIMSS kabi xalqaro baholash dasturlarining kimyoviy savodxonlikka oid topshiriqlari asosan hayotiy muammolar va mikrooolamdagi jarayonlarni mantiqiy tahlil qilishga qaratilgan. Bundan koʻrinib turibdiki boʻlajak kimyo oʻqituvchisining axborot-metodik kompetentligi yuqori boʻlmasdan, yaʼni u raqamli modellashtirish dasturlarini (Avogadro, Chem3D, ChemSketch) mukammal bilmasdan turib, maktab oʻquvchilarini xalqaro standartlar darajasida tayyorlay oladigan zamonaviy dars muhitini yaratib boʻlmaydi. Chunki kimyo taʼlimida oʻquv materialini faqat nazariy maʼlumotlar asosida tushuntirish yetarli boʻlmaydi. Ayniqsa, molekularlarning fazoviy tuzilishi, gibridlanish jarayonlari, elektronlarning molekulada atomlararo taqsimlanishi va sodir boʻluvchi reaksiyalar mexanizmi kabi tushunchalarni oʻrganishda oʻquvchi koʻz oldida aniq model hosil qilishi muhim hisoblanadi. Shu sababli zamonaviy kimyo taʼlimida raqamli modellashtirish va vizualizatsiya vositalaridan keng foydalanishga ehtiyoj tobora ortib bormoqda.

Ayniqsa organik kimyo kursida bunday ehtiyoj yanada yaqqol namoyon bo'ladi. Organik birikmalardagi uglerod atomlarining gibridlanishi, birikmalarning fazoviy izomeriyasi, molekulalarning turli konformatsion holatlari hamda reaksiyalar jarayonida elektron zichlikning o'zgarishi oddiy ikki o'lchamli chizmalar orqali har doim ham to'liq ifodalash qiyin masaladir. Bunday vaziyatda uch o'lchamli modellar o'quvchiga molekulaning fazoviy tuzilishini turli yo'nalishlardan ko'rib chiqish va nazariy tushunchalarni tasvir bilan bog'lash imkonini beradi.

3D modellashtirishdan foydalanishning yana bir muhim jihati bo'lajak kimyo o'qituvchisining axborot-metodik kompetentligini rivojlantirish bilan bog'liq. O'qituvchi nafaqat dasturdan texnik jihatdan foydalanishni, balki uning imkoniyatlarini muayyan mavzuning didaktik maqsadlariga moslashtirishni ham bilishi lozim. Shu nuqtayi nazardan, Chem3D kabi modellashtirish dasturlarini o'rganish bo'lajak o'qituvchiga molekulyar obyektlarni modellashtirish, ularni vizual materialga aylantirish va dars jarayonida qo'llash bo'yicha amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga yordam beradi.

O'zbekiston ta'lim tizimida raqamli texnologiyalardan foydalanishning kengayib borayotganligi ham ushbu masalaning dolzarbligini tasdiqlaydi. Raqamli vositalar yordamida o'quvchilarning mustaqil ishlashi, loyiha faoliyati va vizual tahlil ko'nikmalarini qo'llab-quvvatlash mumkin. Shu bilan birga, bunday vositalarni ta'lim jarayoniga kiritishda texnik imkoniyatlar, dasturiy ta'minotning mavjudligi va o'qituvchining raqamli kompetensiyasi kabilar hisobga olinishi lozim.

Endi bevosita Chem3D dasturining o'quv jarayonidagi imkoniyatlariga to'xtalsak. Chem3D ChemOffice dasturlar majmuasi tarkibiga kiruvchi uch o'lchamli molekulyar modellashtirish vositalaridan biridir. Dastur yordamida organik birikmalarning fazoviy modellarini yaratish va molekulalar geometriyasini vizual tarzda o'rganish mumkin.

3D modeldan foydalanish, o'qituvchiga avvalo, molekulaning fazoviy tuzilishini tushuntirishda qulaylik yaratadi. O'quvchi va talabalar esa atomlararo masofa, valent burchaklar va torsion burchaklarni ko'rib chiqish orqali molekula tuzilishini faqat formuladagi belgilar orqali emas, balki fazoviy obyekt sifatida tasavvur qilish imkoniga ega bo'ladilar.

Organik kimyo fanida molekulyar orbitallarni tasavvur qilish ham muhim masalalardan biridir. HOMO (bog'lovchi) va LUMO (ajratuvchi) molekulyar orbitallarning fazoviy ko'rinishini namoyish etish elektronlarning molekuladagi joylashuvi va molekulaning reaksiyaga kirishish xususiyatlarini muhokama qilish uchun qo'shimcha vizual vosita bo'lib xizmat qilishi mumkin. Molekuladagi elektron zichlik yoki elektrostatik potensial taqsimotini tasvirlash esa ayrim reaksiyalarda nukleofil va elektrofil markazlarning shakllanishini tushuntirishni osonlashtiradi.

Bunday vizualizatsiya, ayniqsa, o'quvchi va talabalar ikki o'lchamli formuladan uch o'lchamli molekula modeliga o'tishda qiyinchilikka duch kelgan holatlarda foydali bo'lishi mumkin. O'qituvchi bir xil molekulani 2D formula, 3D model va elektron zichligi tasviri ko'rinishida ketma-ket namoyish qilsa, turli tasvirlash shakllari o'rtasidagi bog'liqlikni tushuntirish imkoniyati paydo bo'ladi.

Chem3D dasturi yordamida metodik vazifalarni tashkil etish juda muhim masala hisoblanadi. Bunda bo'lajak kimyo o'qituvchisi Chem3D imkoniyatlaridan foydalanishda dastur funksiyalarini bevosita pedagogik vazifa bilan bog'lashi maqsadga muvofiq.

Masalan, gibridlanish va aromatiklikni tushuntirish bunga misol bo'la oladi. Benzol molekulasi tuzilishini o'rganishda π -elektron sistemasining delokallasuvi muhim tushunchalardan hisoblanadi. Oddiy darslikdagi tasvirda ushbu π -elektron sistema ko'pincha sxematik shaklda beriladi. 3D model yordamida esa benzol halqasining fazoviy tuzilishi va π -elektron sistemasining molekula tekisligiga nisbatan joylashishini aniq tarzda ko'rsatish mumkin.

Bunday yondashuv o'quvchiga aromatiklikni faqat formuladagi aylana yoki bog'lar orqali emas, balki molekulaning elektron tuzilishi bilan bog'liq hodisa sifatida tushunishiga yordam beradi.

Chem3D dasturi reaksiyon markazlarni tushuntirishda ham juda qo'l keladi. Organik reaksiyalar mexanizmini tushuntirishda molekuladagi elektron zichlikning taqsimlanishini ko'rsatish ham samarali metodik vosita bo'lishi mumkin. Masalan, monoxlormetan molekulasi misolida olsak C-Cl bog'ining qutblanishi va uglerod atomining nukleofil zarracha bilan o'zaro ta'siri muhokama qilinadi.

Bunda elektrostatik potensial xaritasidan foydalanib, molekuladagi nisbatan elektronlarga boy va elektronlarga taqchil sohalarni bimalol ko'rsatish mumkin. Keyinchalik ushbu tasvirdan SN2 mexanizmining nazariy tushuntirishda foydalaniladi. Shu tariqa o'quvchi reaksiyaning yo'nalishini faqat yodlab qolmasdan, uning elektron omillari bilan bog'lash imkoniyatiga ega bo'ladi.

3D modellashtirish dasturining o'quv media-kontentlarini yaratishda ham o'rni beqiyis. 3D modellashtirish dasturlaridan foydalanish bo'lajak o'qituvchining o'quv materiallarini mustaqil tayyorlash ko'nikmasini ham rivojlantiradi. Tayyorlangan modellarni dars taqdimotlari, elektron o'quv materiallari yoki metodik qo'llanmalarga kiritish orqali murakkab molekulyar obyektlarni vizual tarzda namoyish etish imkoniyati kengayadi.

Ayniqsa, molekulaning aylanishi, konformatsion o'zgarishi yoki ayrim tebranishlarini animatsiya ko'rinishida namoyish qilish statik rasmlarga nisbatan qo'shimcha tushuntirish vositasi bo'lib xizmat etadi.

Chem3D imkoniyatlaridan ta'lim jarayonida foydalanish bilan bir qatorda, undan foydalanishdagi ayrim amaliy cheklavlarni ham hisobga olish kerak. Birinchi

navbatda, dasturdan foydalanish litsenziyalash masalasi bilan bog'liq. Dastur pullik bo'lganligi bois, har bir talaba (o'quvchi) yoki maktab o'qituvchisi undan foydalanish imkoniyatiga ega emas ya'ni uni har bir talaba yoki maktab o'qituvchisi kompyuteriga rasmiy yuklab olishi qiyin.

Ikkinchi muammo kompyuterning texnik imkoniyatlari bilan bog'liq muammodir. Murakkab molekulyar modellar va hisoblash jarayonlari kompyuter resurslariga ma'lum darajada talab qo'yishi mumkin. Shu sababdan barcha ta'lim muassasalaridagi kompyuterlarda dastur bir xil darajada qulay ishlashiga kafolat berib bo'lmaydi.

Yana bir muhim jihat shuki, dastur interfeysi professional xususiyatga ega, ya'ni dastur oliy ilmiy tadqiqot institutlari va laboratoriyalarida foydalanishga mo'ljallab yozilgan. Kimyo bo'yicha tayyorgarligi yetarli bo'lgan foydalanuvchi uchun ham dasturdagi ko'plab funksiyalarni o'zlashtirish ma'lum vaqt talab qiladi. Bo'lajak o'qituvchi uchun esa dastur imkoniyatlarini o'rganish bilan bir qatorda, qaysi funksiyaning aynan qaysi pedagogik maqsadga xizmat qilishini aniqlash ham muhim hisoblanadi.

Interfeys tilining ingliz tilida bo'lishi ham ayrim foydalanuvchilar uchun qo'shimcha qiyinchilik tug'dirishi mumkin. Shu sababli dasturdan foydalanish jarayonida asosiy atamalarning o'zbekcha izohlarini tayyorlash va o'quvchilar uchun qisqa yo'riqnomalar ishlab chiqish talab etiladi.

Bunday cheklovlarni kamaytirishning metodik yo'llari albatta mavjud. Dasturdan foydalanish imkoniyati cheklangan sharoitlarda Chem3D bilan ishlashning muqobil shakllaridan foydalanish mumkin. Masalan, o'qituvchi yoki talaba tomonidan oldindan tayyorlangan 3D modellar, skrinshotlar, qisqa videolar va animatsiyalar dars jarayonida namoyish materiali sifatida ishlatilishi mumkin.

Bunday yondashuvda barcha o'quvchilarning kompyuteriga dastur o'rnatish talab qilinmaydi. O'qituvchi oldindan tayyorlangan materialni taqdimot, elektron darslik yoki video shaklida namoyish etadi. Natijada dasturdan foydalanish imkoniyati mavjud bo'lmagan auditoriyada ham uch o'lchamli vizual materiallardan bimalol foydalanish imkoniyati saqlanib qoladi.

Mobil qurilmalardan foydalaniladigan darslarda esa Chem3D bilan bir qatorda mobil brauzer orqali ishlaydigan molekulyar vizualizatsiya vositalaridan foydalanish mumkin. Bunday vositalar o'quvchiga molekulalarni mustaqil ko'rib chiqish va ularning fazoviy tuzilishini o'rganish imkonini beradi.

Til bilan bog'liq muammoni kamaytirish uchun bo'lajak o'qituvchi dasturdagi asosiy amallar bo'yicha o'zbek tilida qisqa video yoki bosqichma-bosqich yo'riqnoma tayyorlashi mumkin. Masalan, molekulyar model yaratish, uning geometriyasini optimallashtirish, orbitallarni ko'rsatish yoki elektrostatik potensial tasvirini olish kabi amallar alohida qisqa ko'rsatmalar shaklida beriladi.

Bu jarayonda bo'lajak o'qituvchining vazifasi dasturdagi barcha funksiyalarni o'zlashtirish emas, balki dars maqsadiga mos bo'lgan funksiyalarni tanlash va ulardan metodik jihatdan to'g'ri foydalanishdan iborat bo'ladi.

Xulosa sifatida aytganda 3D modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish organik kimyodagi fazoviy va elektron tuzilishga oid tushunchalarni oson tushuntirish uchun qo'shimcha metodik imkoniyatlar yaratadi. Chem3D yordamida molekullarning uch o'lchamli modellarini ko'rsatish, ularning geometrik parametrlarini o'rganish hamda ayrim elektron xususiyatlarini vizual tarzda namoyish etish mumkin.

Bo'lajak kimyo o'qituvchisi uchun bunday dasturlarni o'zlashtirishning ahamiyati faqat texnik ko'nikma bilan cheklanmaydi. Muhimi, o'qituvchi raqamli vositalarning imkoniyatlarini konkret o'quv maqsadiga moslashtira olishi, murakkab ilmiy tushunchani o'quvchi uchun tushunarli shaklda taqdim etishi va zarur hollarda tayyor vizual materiallardan samarali foydalanishi kerak.

Shu bilan birga, Chem3D dasturidan ta'limda foydalanishda litsenziya, texnik resurslar, interfeys va foydalanuvchi tayyorgarligi bilan bog'liq cheklovlarni ham hisobga olish zarur. Ushbu holatlarda oldindan tayyorlangan 3D modellar, animatsiyalar, videomateriallar va mobil qurilmalarga mos muqobil vositalardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Umuman olganda, 3D modellashtirish texnologiyalarini bo'lajak kimyo o'qituvchilarini tayyorlash jarayoniga kiritish ularning raqamli vositalardan pedagogik maqsadda foydalanish ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin. Bunda texnologiyaning o'zi emas, balki undan qanday pedagogik maqsadda va qanday metodik sharoitda foydalanilayotgani asosiy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Пустовит, С. О. Применение 3D-моделей при обучении студентов-химиков // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2024. - № 9-2 (96). - С. 72-76.
2. Балькина, Е. А. Применение мобильных 3D-моделей для демонстрации недоступных лабораторных опытов и объектов при изучении химии и биологии в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. - 2022. - Т. 19, № 4. - С. 360-371.
3. Koes, D. R., Camacho, C. J. The 3Dmol.js Learning Environment: A Classroom Response System for 3D Chemical Structures // Journal of Chemical Education. - 2020. - Vol. 97, No. 10. - P. 3872-3876.

4. Rasool, S., Habib, U., Fatemah, A. Interactive 3D Visualization of Chemical Structure Diagrams Embedded in Text to Aid Spatial Learning Process of Students // Journal of Chemical Education. - 2020. - Vol. 97, No. 4. - P. 992-1000.
5. Dori, Y. J., Barak, M. Virtual and Physical Molecular Modeling: Fostering Model Perception and Spatial Understanding // Educational Technology & Society. - 2001. - Vol. 4, No. 1. - P. 61-74.
6. Kang, Y. A Simple Computer-Aided Three-Dimensional Molecular Modeling for the Octant Rule // Journal of Chemical Education. - 2011. - Vol. 88, No. 4. - P. 420.
7. Bateman, R. C. Jr., Booth, D., Sirochman, R., Richardson, J., Richardson, D. Teaching and Assessing Three-Dimensional Molecular Literacy in Undergraduate Biochemistry // Journal of Chemical Education. - 2002. - Vol. 79, No. 5. - P. 551.
8. McCollum, B. M., Regier, L., Leong, J., Simpson, S., Sterner, S. The Effects of Using Touch-Screen Devices on Students' Molecular Visualization and Representational Competence Skills // Journal of Chemical Education. - 2014. - Vol. 91, No. 11. - P. 1810-1817.
9. Kozma, R. B., Russell, J. Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence // Visualization in Science Education. - Dordrecht: Springer, 2005. - P. 121-145.
10. Savchenkov, A. V. Designing Three-Dimensional Models That Can Be Printed on Demand and Used with Students to Facilitate Teaching Molecular Structure, Symmetry, and Related Topics // Journal of Chemical Education. - 2020. - Vol. 97, No. 6. - P. 1682-1687.
11. Fernandes, H. S., Cerqueira, N. M. F. S. A., Sousa, S. F. Developing and Using BioSIM^{AR}, an Augmented Reality Program to Visualize and Learn about Chemical Structures in a Virtual Environment on Any Internet-Connected Device // Journal of Chemical Education. - 2021. - Vol. 98, No. 5. - P. 1789-1794.
12. Jensen, K., Smith, I., Larson, L., Routsis, A., Rocabado, G. A., Prater, M. B. A Virtual Reality Platform for Molecular Visualization in Undergraduate Chemistry // Journal of Chemical Education. - 2026. - Vol. 103, No. 7. - P. 3955-3960.
13. Perna, J. Possibilities and Challenges of Using Educational Cheminformatics for STEM Education: A SWOT Analysis of a Molecular Visualization Engineering Project // Journal of Chemical Education. - 2022. - Vol. 99, No. 3. - P. 1190-1200.
14. Качалова, Г. С., Багавиева, Т. К., Бутаков, В. В., Опарин, Р. В. Технология смешанного обучения химии: учебно-методическое пособие. — Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2021. — 106 с.