III
2026

ELECTRONIC EDUCATION

SCIENTIFIC JOURNAL

TAHRIRIYAT

Bosh muharrir
Laqayev Saidaxmad Norjigitovich
fizika-matematika fanlari doktori, akademik

Bosh muharrir o’rinbosari
Ro’ziyev Rauf Axmadovich
fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Mas’ul muharrir
Mirsanov Uralboy Mukhammadiyevich
pedagogika fanlari doktori DSc, professor

Editor-in-Chief
Saidakhmad Norjigitovich Lakayev
doctor of physical and mathematical sciences, academician

Deputy Editor-in-Chief
Ruziyev Raup Akhmadovich
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Responsible editor
Mirsanov Uralboy Mukhammadiyevich
doctor of Pedagogical Sciences DSc, Professor

TAHRIRIYAT A’ZOLARI

Kalonov Muxiddin Baxriddinovich *- iqtisodiyot fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Xujjiyev Sodiq Oltiyevich *- biologiya fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Ibragimov Alimjon Artikbayevich *-fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Suvonov Olim Omonovich *- texnika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Yodgorov G‘ayrat Ro‘ziyevich *-fizika- matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Nasirova Shaira Narmuradovna *-texnika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
O‘tapov Toyir Usmonovich *-pedagogika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Xudoyorov Shuxrat Jumaqulovich *- fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Djurayev Risbay Xaydarovich *- akademik (O‘zbekiston)*
Negmatov Sayibjon Sodiqovich *- akademik (O‘zbekiston)*
Aripov Mersaid Mirsiddikovich *- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Turabdjanov Sadritdin Maxamatdinovich *- texnika fanlari doktori, akademik. (O‘zbekiston)*
Raximov Isomiddin Sattarovich *- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (Malayziya)*
Shariy Sergey Petrovich *- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (Rossiya)*
Ibraimov Xolboy *- pedagogika fanlari doktori, akademik. (O‘zbekiston)*
Yunusova Dilfuza Isroilovna *- pedagogika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Aloyev Raxmatillo Djurayevich *- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Abdullayeva Shaxzoda Abdullayevna *- pedagogika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Norov Abdusaid Murodovich *– texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (O‘zbekiston).*
Yuldoshev Ismoil Abriyevich *– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (O‘zbekiston)*
Mo‘minov Bahodir Boltayevich *- texnika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Rosmayati Mohemad *- professor. (Malayziya)*
Zainidin K. Eshkuvatov *– fizika-matematikafanlari doktori (DSc). (Malayziya)*
Muhammad Suzuri bin Hitam *- professor. Malayziya)*
Amiza binti Mat Amin *- professor. (Malayziya)*
Korshunov Igor Lvovich *- texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Rossiya)*
Kolbanyov Mixail Olegovich *- texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)*
Verzun Natalya Arkadyevna *- texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Rossiya)*
Stelmashonok Yelena Viktorovna *- iqtisod fanlari doktori, professor. (Rossiya)*
Tatarnikova Tatyana Mixaylovna *- texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)*
Alekseyev Vladimir Vasilyevich *- texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)*
Satikov Igor Abuzarovich *– fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)*
Boyarshinova Oksana Aleksandrovna *– fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)*
Makarenya Sergey Nikolayevich *– texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)*
Sednina Marina Aleksandrovna *– texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)*
Xolmurodov Abdulhamid Erkinovich *- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)*
Lutfillayev Maxmud Xasanovich *- pedagogika fanlari doktori, professor (O‘zbekiston)*
Ergasheva Gulruxsor Surxonidinovna *- pedagogika fanlari doktori (DSc), dotsent. (O‘zbekiston)*
Maxmudova Dilfuza Mileyevna *– pedagogika fanlari doktori, professor (O‘zbekiston)*
Xudjayev Muxiddin Kushshayevich *– texnika fanlari doktori, dotsent (O‘zbekiston).*
Ibragimov Abdusattar Turgunovich *– texnika fanlari doktori, dotsent (O‘zbekiston).*

Karaxonova Oysara Yuldoshevna *– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (O‘zbekiston).*
Kurbaniyazova Zamira Kalbaevna*- pedagogika fanlari doktori, dotsent. (O‘zbekiston)*
Jabbarov Oybek Rakhmanovich*- fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent (O‘zbekiston).*
Kabiljanova Firuza Azimovna*-fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)*
Kalonova Mohigul Baxriddinovna*-iqtisod fanlari bo‘yicha falsafa doktori. (O‘zbekiston)*
Baxodirova Umida Baxodirovna*-pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent. (O‘zbekiston)*
Sharipov Ergash Oripovich*-pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent. (O‘zbekiston)*
Xamroyeva Dilafro‘z Namozovna *– fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent. (O‘zbekiston).*
Toxirov Feruz Jamoliddinovich *– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (O‘zbekiston)*
Isroilova Lola Sunnatovna *– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent. (O‘zbekiston)*
Otaqulova Durdona Raxmonovna *– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (O‘zbekiston)*
Ruziyeva Dilafruz Raupovna *– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (O‘zbekiston)*
Xalikov Akbar Tilovberdiyevich*– pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (O‘zbekiston)*
Isroilova Ruhshona Sunnatovna*– pedagogika fanlari doktori, dotsent (O‘zbekiston)*
Jo‘rakulov Tolib Toxirovich*- texnik muharrir*

© Mazkur jurnal O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy Attestatsiya komissiyasi rayosatining 2022-yil 28-fevraldagi 312/6 qaroriga asosan Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan

Adress: Navoiy sh., Janubiy ko‘chasi, 1-A uy. (1-A, South Street, Navoi sity) *URL*: http://www.el-nspi.uz

MUNDARIJA

Aniq fanlarda axborot texnologiyalari	
Axunbetova Z. N. *UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABI O‘QUVCHILARINING ROBOTOTEXNIKAGA OID AMALIY KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISHGA MO‘LJALLANGAN WEB-PLATFORMA YARATISHGA QO‘YILADIGAN TALABLAR*	*7*
Rahmatova D. N. *MATEMATIK MODELLASHTIRISH MASALALARINI YECHISHDA NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANISH TEXNOLOGIYASI*	*15*
Qulmurodov I. E. *O‘QUVCHILARNING DARSDAN TASHQARI O‘QUV FAOLIYATINI TASHKIL ETISHDA RAQAMLI TA’LIM PLATFORMANI AMALIY SAMARADORLIGI*	*23*
Xotamova A. O. *STEAM TA’LIM TEXNOLOGIYASI ASOSIDA TALABALARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHARTLARI*	*30*
Yarashov Sh. T. *MASOFAVIY TA’LIM SHAKLIDA TAHSIL OLUVCHI TALABALARNI DASTURLASHGA O‘RGATISHGA MO‘LJALLANGAN PLATFORMA YARATISH USULI*	*43*
Tabiiy fanlarda axborot texnologiyalari	
Xamidova Sh. X. *O‘QUVCHILARNING GEOGRAFIYA FANIDAN DARSDAN TASHQARI O‘QUV FAOLIYATINI TASHKIL ETISHDA BULUTGA ASOSLANGAN MUHITLARDAN FOYDALANISH USULI*	*54*
Xolmurodova L. E. *OLIY TA’LIMDA «BLENDED LEARNING» VA «FLIPPED CLASSROOM» TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISHNING METODIK ASOSLARI “FIZIK KIMYO VA KOLLOID KIMYO FANLARI MISOLIDA”*	*62*
Parmanov J.T. *ZAMONAVIY OLIY TA’LIM SHAROITIDA TALABALARNING TADQIQOT KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING INNOVATSION MEXANIZMLARI*	*75*
Rajabov X. M. *ORGANIK KIMYO TA’LIMINI RAQAMLASHTIRISHDA AVOGADRO DASTURINING O‘RNI VA METODIK IMKONIYATLARI*	*92*
Ijtimoiy-gumanitar fanlarda axborot texnologiyalari	
Yuldoshev I. A. *PSIXOLOGIYADA RAQAMLI TRANSFORMATSIYADAN FOYDALANISH MASALALARI*	*103*
Sa’dullayeva F. S. *O‘QUVCHILARNING TASVIRIY SAN’AT KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISHDA 3D TEXNOLOGIYALARINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI*	*117*
Norov A. M., Ruzimurodova L. B. *O‘ZBEK TILI MATNLARIDA SEMANTIK O‘XSHASHLIKNI ANIQLASH UCHUN NEYRON TARMOQ VA VEKTORLI MODELLARNI INTEGRATSIYALASH*	*127*

СОДЕРЖАНИЕ

Информационные технологии в точных науках	
Ахунбетова З. Н. *ТРЕБОВАНИЯ К СОЗДАНИЮ WEB-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ПО РОБОТОТЕХНИКЕ У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ*	*7*
Рахматова Д. *ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ*	*15*
Кулмуродов И. *ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ*	*23*
Хотамова А. О. *ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ STEAM*	*30*
Ярашов Ш. *МЕТОД СОЗДАНИЯ ПЛАТФОРМЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ*	*43*
Информационные технологии в естественных науках	
Хамидова Ш. Х. *МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ СРЕД ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ГЕОГРАФИИ*	*54*
Холмуродова Л. Э. *МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ «BLENDED LEARNING» И «FLIPPED CLASSROOM» В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ (НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИН «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» И «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ)*	*62*
Парманов Ж.Т. *ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ*	*75*
Ражабов Х. М. *РОЛЬ ПРОГРАММЫ AVOGADRO И ЕЁ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ*	*92*
Информационные технологии в социально-гуманитарных науках	
Юлдашев И. А. *ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ПСИХОЛОГИИ*	*103*
Саъдуллаева Ф. С. *ДИДАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ НАВЫКОВ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА У УЧАЩИХСЯ*	*117*
Норов А. М., Рузимуродова Л. *ИНТЕГРАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И ВЕКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО СХОДСТВА В ТЕКСТАХ НА УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКЕ*	*127*

CONTENT

Information technologies in exact sciences	
Akhunbetova Zukhra *REQUIREMENTS FOR CREATING A WEB PLATFORM DESIGNED TO DEVELOP PRACTICAL SKILLS IN ROBOTICS FOR GENERAL SECONDARY SCHOOL STUDENTS*	*7*
Rahmatova Dilfuza *TECHNOLOGY FOR USING NEURAL NETWORKS IN SOLVING MATHEMATICAL MODELING PROBLEMS*	*15*
Kulmurodov Islombek *PRACTICAL EFFECTIVENESS OF A DIGITAL EDUCATIONAL PLATFORM IN ORGANIZING STUDENTS' EXTRACURRICULAR LEARNING ACTIVITIES*	*23*
Khotamova Aziza *PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCE BASED ON STEAM EDUCATIONAL TECHNOLOGY*	*30*
Yarashov Shokhrukh *METHOD FOR CREATING A PLATFORM FOR TEACHING PROGRAMMING TO DISTANCE LEARNING STUDENTS*	*43*
Information technologies in natural sciences	
Khamidova Shakhzoda *METHOD FOR USING CLOUD-BASED ENVIRONMENTS IN ORGANIZING STUDENTS' EXTRACURRICULAR LEARNING ACTIVITIES IN GEOGRAPHY*	*54*
Kholmurodova Laziza *METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF USING "BLENDED LEARNING" AND "FLIPPED CLASSROOM" TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION (THE CASE OF PHYSICAL CHEMISTRY AND COLLOID CHEMISTRY)*	*62*
Parmanov Jamshid *INNOVATIVE MECHANISMS FOR DEVELOPING STUDENTS' RESEARCH COMPETENCIES IN THE MODERN HIGHER EDUCATION ENVIRONMENT*	*75*
Rajabov Khudayor *THE ROLE OF THE AVOGADRO SOFTWARE AND ITS METHODOLOGICAL POTENTIAL IN THE DIGITALIZATION OF ORGANIC CHEMISTRY EDUCATION*	*92*
Information Technologies in Social Sciences and Humanities	
Yuldoshev Ismoil *ISSUES OF THE USE OF DIGITAL TRANSFOR-MATION IN PSYCHOLOGY*	*103*
Sa'dullayeva Ferangiz *DIDACTIC POTENTIAL OF 3D TECHNOLOGIES IN DEVELOPING STUDENTS' FINE ARTS SKILLS*	*117*
Norov Abdisait, Ruzimurodova Lobar *INTEGRATION OF NEURAL NETWORK AND VECTOR MODELS TO DETERMINE SEMANTIC SIMILARITY IN UZBEK LANGUAGE TEXTS*	*127*

Tabiiy fanlarda axborot texnologiyalari

ORGANIK KIMYO TA’LIMINI RAQAMLASHTIRISHDA AVOGADRO DASTURINING O‘RNI VA METODIK IMKONIYATLARI

Rajabov Xudayor Madrimovich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, O‘zbekiston
e-mail: xudayor.rajabov1971@gmail.com
ScienceID: FXR-0926-0202

Annotatsiya: *Ushbu maqolada bo‘lajak kimyo o‘qituvchilarining axborot-metodik kompetentligini rivojlantirishda Avogadro 3D molekulyar modellashtirish dasturidan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Organik kimyo darslarida moddalarning fazoviy tuzilishi, gibridlanish turlari, molekulyar geometriya va elektron zichlikning taqsimlanishini vizuallashtirishda dasturdan foydalanishning metodik jihatlari tahlil qilingan. Avogadro dasturining molekulyar modellarni yaratish, ularni optimallashtirish, geometrik parametrlarni o‘lchash va ayrim hisoblash natijalarini vizual ko‘rinishda ifodalash imkoniyatlari yoritib berilgan. Shuningdek, dasturdan ta’lim jarayonida foydalanishdagi texnik va metodik cheklovlari hamda ularni ACD/ChemSketch, PowerPoint va boshqa raqamli vositalar bilan uyg‘unlashtirish orqali uni kamaytirish yo‘llari taklif etilgan.*

Tayanch so‘zlar: *bo‘lajak kimyo o‘qituvchisi, axborot-metodik kompetentlik, Avogadro dasturi, organik kimyo, 3D modellashtirish, molekulyar geometriya, elektron zichlik, raqamli ta’lim.*

РОЛЬ ПРОГРАММЫ AVOGADRO И ЕЁ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Ражабов Худаёр Мадримович
Ургенчский государственный университет имени Абу Райхана Беруни, Узбекистан

Аннотация: *В данной статье рассмотрены возможности использования программы Avogadro для 3D-молекулярного моделирования в развитии информационно-методической компетентности будущих учителей химии. Проанализированы методические аспекты использования программы на занятиях по органической химии для визуализации пространственного строения веществ, типов гибридизации, молекулярной геометрии и распределения электронной плотности. Освещены возможности программы Avogadro по созданию молекулярных моделей, их оптимизации, измерению геометрических параметров и визуальному представлению отдельных результатов расчётов. Также рассмотрены технические и методические ограничения использования программы в образовательном процессе и предложены пути их минимизации посредством интеграции Avogadro с ACD/ChemSketch, PowerPoint и другими цифровыми средствами.*

Ключевые слова*: будущий учитель химии, информационно-методическая компетентность, программа Avogadro, органическая химия, 3D-моделирование, молекулярная геометрия, электронная плотность, цифровое образование.*

THE ROLE OF THE AVOGADRO SOFTWARE AND ITS METHODOLOGICAL POTENTIAL IN THE DIGITALIZATION OF ORGANIC CHEMISTRY EDUCATION

Rajabov Khudayor
Urgench State University named after Abu Rayhan Beruni, Uzbekistan

Abstract: *This article examines the possibilities of using the Avogadro 3D molecular modeling software for developing the information and methodological competence of future chemistry teachers. The methodological aspects of using the software in organic chemistry classes to visualize the spatial structure of substances, types of hybridization, molecular geometry, and electron density distribution are analyzed. The capabilities of Avogadro for creating molecular models, optimizing them, measuring geometric parameters, and visually representing selected computational results are highlighted. The article also discusses the technical and methodological limitations of using the software in the educational process and proposes ways to minimize these limitations by integrating Avogadro with ACD/ChemSketch, PowerPoint, and other digital tools.*

Keywords *future chemistry teacher, information and methodological competence, Avogadro software, organic chemistry, 3D modeling, molecular geometry, electron density, digital education.*

Kirish. Bugungi kunda kimyo ta’limida raqamli texnologiyalardan foydalanishga ko‘proq e’tibor qaratilishi moddalar tuzilishi va kimyoviy jarayonlarni turli vizual shakllarda ifodalash imkoniyatini kengaytirmoqda. Ayniqsa, molekulalarning uch o‘lchamli tuzilishiga egaligi ularning stereokimyoviy xususiyatlari va fazoviy konfiguratsiyasini ikki o‘lchamli formulalar orqali tushuntirish ayrim hollarda yetarli bo‘lmasligi ko‘rinib qolmoqda. Shu boisdan 3D molekulyar modellashtirish vositalaridan foydalanish yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan tushunchalarni fazoviy tasvir bilan bog‘lash imkonini beradi [1,2,6,7].

Organik kimyoda uglerod atomlarining gibridlanishi, molekulalarning konformatsiyasi, stereokimyoviy xususiyatlari va bog‘larning fazoviy joylashuvi kabi masalalarni tushuntirish alohida ahamiyatga ega. Molekulyar modellashtirish vositalaridan foydalanish talabaga molekulani turli yo‘nalishlardan kuzatish, uning geometrik parametrlarini o‘lchash va ikki o‘lchamli strukturaviy formula bilan uch o‘lchamli model o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushunishga yordam beradi [2,4].

Avogadro dasturi molekulyar modellarni yaratish va ularni uch o‘lchamli ko‘rinishda tahlil qilish imkonini beruvchi ochiq kodli dasturiy vositalardan biridir [1]. Kimyo ta’limida Avogadroning qo‘llanishi molekulyar vizualizatsiya va uch o‘lchamli modellashtirishni o‘quv jarayoniga kiritish imkoniyatlari bilan bog‘liq [2,3]. Shu sababli Avogadro dasturini bo‘lajak kimyo o‘qituvchilarining kasbiy tayyorgarligida o‘rganish masalasi faqat dasturiy ko‘nikmalarni shakllantirish bilan

cheklanmaydi. Bunda muhim jihatlardan biri - o‘qituvchining raqamli vosita imkoniyatlarini aniq o‘quv maqsadiga moslashtira olishidir [5].

Adabiyotlar tahlili. Avogadro dasturining ilmiy va o‘quv-metodik imkoniyatlari bir qator tadqiqotlarda yoritilgan. Hanwell va uning hammualliflari Avogadro dasturini ilg‘or semantik kimyoviy muharrir, vizualizatsiya va tahlil platformasi sifatida tavsiflaydilar [1]. B.Rayan va A.Rayanlar Avogadro dasturining kimyo ta’limida molekulyar vizualizatsiya va uch o‘lchamli simulyatsiyalar orqali mazmunli kimyoviy o‘rganishni kuchaytirish imkoniyatlarini ko‘rsatgan [2].

Hisoblash kimyosiga oid ta’limiy faoliyatlarda Avogadro dasturidan foydalanish imkoniyatlari Snyder va Kucukkal tomonidan Avogadro va ORCA bilan bajariladigan hisoblash kimyosi mashg‘ulotlari misolida yoritilgan [3]. Stereokimyoni 3D molekulyar vizualizatsiya asosida o‘qitishning fazoviy qobiliyatni rivojlantirishdagi samaradorligi Setyarini, Liliasari, Kadarohman va Martoprawiro tadqiqotida ko‘rsatib berilgan [4].

Bo‘lajak o‘qituvchilarni hisoblash kimyosi vositalaridan foydalanishga tayyorlash masalasi Traube va Blonder ishida ko‘rib chiqilgan bo‘lib, unda tadqiqot laboratoriyalaridan maktab kimyosi ta’limigacha bo‘lgan yo‘nalishda hisoblash kimyosi kursining pedagogik ahamiyati yoritilgan [5]. Listyarini molekulyar vizualizatsiya dasturini kimyo ta’limiga joriy etish masalalarini tahlil qilgan [6]. De Oliveira axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini organik kimyoni o‘qitishda yordamchi vosita sifatida qo‘llashga doir metodik taklifni ilgari surgan [7]. Volkova, Kupriyanova va Kerimovning 2026-yildagi ishida “Моделирование химических реакций” o‘quv loyihasi ko‘rib chiqilgan [8]. Pogulyaeva esa oliy ta’limda “Kimyo” fanining ma’ruza kursini o‘qitishda raqamli vositalardan foydalanish masalasini yoritgan [9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Avogadro dasturidan foydalanish molekulyar vizualizatsiya, uch o‘lchamli modellashtirish, stereokimyo, hisoblash kimyosi va raqamli ta’lim bilan bog‘liq turli yo‘nalishlarda o‘rganilgan. Shu bilan

birga, bo‘lajak kimyo o‘qituvchisining raqamli vosita imkoniyatlarini aniq o‘quv maqsadiga moslashtirishi, model yaratish, kimyoviy jihatdan izohlash va metodik qo‘llash faoliyatlarini birlashtirishi masalasi alohida metodik yondashuvni talab qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotning metodologik asosini Avogadro 3D molekulyar modellashtirish dasturining funksional imkoniyatlarini organik kimyo ta’limining o‘quv vazifalari bilan bog‘liq holda tahlil qilish tashkil etadi. Tadqiqotda molekulyar modellashtirish, vizualizatsiya, geometrik parametrlarni o‘lchash, modelni optimallashtirish va natijalarni kimyoviy tushunchalar asosida sharhlash imkoniyatlari metodik nuqtayi nazardan ko‘rib chiqildi.

Metodologik yondashuvda 2D strukturaviy formula va 3D molekulyar model o‘rtasidagi bog‘liqlik, molekulalarning fazoviy tuzilishi, konformatsion holatlari, molekulyar geometriyasi hamda hisoblash natijalarini vizual ifodalash imkoniyatlari asosiy tahlil obyektlari sifatida olindi. Shuningdek, Avogadro dasturining ACD/ChemSketch va PowerPoint kabi raqamli vositalar bilan integratsiyasi ham metodik jihatdan baholandi.

Amaliy-metodik yondashuv sifatida talabalarga molekulyar model yaratish, uni optimallashtirish, geometrik parametrlarni o‘lchash, olingan natijalarni taqqoslash va kimyoviy mazmunini izohlashga yo‘naltirilgan topshiriqlar taklif qilindi. Bunda bo‘lajak kimyo o‘qituvchisining faoliyati uch yo‘nalishda ko‘rib chiqildi:

1. Raqamli faoliyat – dastur yordamida molekulyar model yaratish;

2. Kimyoviy faoliyat – modeldagi tuzilish va xususiyatlarni kimyoviy jihatdan izohlash;

3. Metodik faoliyat – tayyor modelni o‘quvchilarga qanday tushuntirish va qanday topshiriq asosida qo‘llashni belgilashdan iborat.

Tahlil va natijalar. Avogadro dasturining funksional imkoniyatlari sifatida quyidagilarni ajratib ko‘rsatish mumkin. Dastur molekulyar tuzilmalarni yaratish, ularni uch o‘lchamli ko‘rinishda tasvirlash va molekulyar modellar bilan ishlash

uchun ishlab chiqilgan dasturiy platformalardan biridir. Dastur molekulyar muharrir va vizualizatsiya vositasi sifatida turli kimyoviy tuzilmalarni yaratish va tahlil qilish imkonini beradi [1,6]. Avogadro dasturi yordamida turli element atomlarini tanlab olib, ular o‘rtasidagi bog‘lanishlar asosida molekulyar modellarni hosil qilish mumkin.

Tayyorlangan modelning geometriyasini optimallashtirish ham dasturdan foydalanishning muhim jihatlaridan biri hisoblanadi. Molekulyar modellashtirish jarayonida kuch maydonlaridan foydalanish mumkin. Bunday hisoblashlar molekulaning geometrik tuzilishini o‘rganish va turli strukturaviy holatlarni taqqoslash imkonini beradi. Dasturda molekulalarning geometrik parametrlarini o‘lchash imkoniyatlari ham mavjud. Jumladan, atomlar orasidagi masofa, bog‘lar orasidagi valent burchaklar va torsion burchaklarni aniqlash mumkin. Bu imkoniyatlardan organik birikmalarning fazoviy tuzilishini o‘rganishga qaratilgan amaliy topshiriqlarda samarali foydalanish mumkin [1,3].

Avogadro dasturini boshqa hisoblash kimyosi dasturlari bilan bog‘langan holda ham ishlatilishi mumkin. Xususan, hisoblash natijalarini molekulyar modellar orqali vizualizatsiya qilish imkoniyati hisoblash kimyosiga oid o‘quv mashg‘ulotlarini tashkil etishda qo‘shimcha imkoniyatlar yaratadi [3,5].

Avogadro dasturining organik kimyo ta’limidagi metodik imkoniyatlari sifatida avvalambor molekulalarning fazoviy tuzilishini tushuntirishda qo‘llanilishini ko‘rsatish mumkin. Organik kimyoda molekulalarning fazoviy tuzilishini tushunish muhim o‘quv vazifalaridan biridir. An’anaviy strukturaviy formulalar molekulaning tarkibi va bog‘lanish tartibini ko‘rsatadi, biroq uning uch o‘lchamli tuzilishini to‘liq ifodalash imkoniyati cheklangan [2,4].

Avogadro yordamida molekulani uch o‘lchamli model shaklida ko‘rsatish va uni turli yo‘nalishlarda aylantirib ko‘rsatsa bo‘ladi. Masalan, metan molekulasini modellashtirish orqali uglerod atomining tetraedrik markazida joylashganligini

ko‘rsatish, benzol molekulasini modellashtirish orqali esa uning planar (yassi) tuzilishini namoyish qilish mumkin [1,2].

Bunday topshiriqlar talabaning 2D kimyoviy formula bilan 3D molekulyar model o‘rtasidagi munosabatni tushunishiga yordam beradi. 3D vizualizatsiyaning ta’lim oluvchilarni fazoviy tasavvurni rivojlantirishdagi imkoniyatlari kimyo ta’limiga oid tadqiqotlarda ham ko‘rsatib o‘tilgan [4].

Avogadro dasturidan konformatsion holatlarni o‘rganishda ham keng foydalanish maqsadga muvofiq. Organik birikmalarning konformatsion holatlarini o‘rganishda uch o‘lchamli modellashtirishdan foydalanish alohida metodik ahamiyatga ega. Masalan, etan molekulasining turli konformatsiyalarini yoki siklogeksanning kreslo va qayiqcha shakllarini modellashtirish orqali ularning fazoviy farqlari mavjudligini talabalarga tushuntirish qulay. Molekulyar modellashtirish vositalaridan foydalanish talabaga konformatsiyalarni faqat darslikdagi tasvir orqali emas, balki interaktiv model orqali ko‘rish imkonini beradi [2,4]. Bunda o‘qituvchi talabalarga tayyor modelni ko‘rsatish bilan cheklanmasdan, turli konformatsiyalarni yaratish, ularni optimallashtirish va olingan natijalarni taqqoslashga yo‘naltirilgan topshiriqlar berishi mumkin [3].

Avogadro dasturining yana bir metodik imkoniyati molekulyar geometriyani miqdoriy ko‘rsatkichlar asosida o‘rganish bilan bog‘liq. Atomlararo masofa, bog‘lar orasidagi valent burchak va torsion burchaklarni o‘lchash orqali talaba molekula tuzilishini faqat vizual emas, balki raqamli ma’lumotlar asosida ham tahlil qilishi mumkin. Masalan, turli organik molekulalarning bog‘ burchaklarini taqqoslash topshirig‘i orqali molekula geometriyasi va atomlarning fazoviy joylashuvi o‘rtasidagi bog‘liqlikni muhokama qilish mumkin [1].

Bu usul bo‘lajak kimyo o‘qituvchisiga raqamli modellashtirishni oddiy namoyish vositasidan o‘quv-tadqiqot topshirig‘iga aylantirish imkonini beradi. Avogadro dasturi yordamida tadqiqotga yo‘naltirilgan topshiriqlar ishlab chiqish imkoniyati yuqori. Bo‘lajak kimyo o‘qituvchisining axborot-metodik kompetentligini

rivojlantirishda raqamli modellashtirishga asoslangan mustaqil topshiriqlardan foydalanish lozim. Hisoblash kimyosiga oid ta’limiy faoliyatlarda Avogadro dasturidan foydalanish talabalarni model yaratish, hisoblash va natijalarni izohlash jarayoniga jalb etish imkonini beradi [3,5].

Buning uchun talabalarga masalan, quyidagi topshiriqni berish mumkin: “Avogadro dasturida propanol-1 va propanol-2 molekulalarini yarating. Ularning geometrik modellarini optimallashtiring va olingan natijalarni taqqoslang. Molekulalarning tuzilishidagi farqlarni izohlang.”

Bunday topshiriqda talaba bir vaqtning o‘zida molekula modelini yaratadi, dastur funksiyalaridan foydalanadi, natijalarni qayd etadi va ularni kimyoviy tushunchalar asosida sharhlaydi. Shu jihatdan hisoblash va modellashtirishga asoslangan topshiriqlar bo‘lajak o‘qituvchining nafaqat raqamli vositalardan foydalanish, balki ularni pedagogik vazifaga moslashtirish ko‘nikmasini ham rivojlantiradi [5,8].

Boshqa modellashtirish dasturlaridagi kabi Avogadro dasturidan foydalanishda ham ba’zi cheklovlar mavjud. Shu boisdan Avogadro dasturi ta’lim jarayonida qo‘shimcha imkoniyatlar yaratishiga qaramay, albatta, undan foydalanishda ayrim cheklovlar mavjudligini hisobga olish zarur. Birinchi navbatda, dastur interfeysida professional kimyoviy terminologiyadan foydalaniladi. Force Field, Dipole Moment, Torsion Angle va boshqa terminlar kimyo bo‘yicha boshlang‘ich tayyorgarlikka ega bo‘lgan o‘quvchilar uchun tushunish qiyin bo‘lishi tabiiy. Shu sababli dastur bilan ishlashni o‘rgatishda asosiy terminlarning qisqa izohlarini berish va amallarni bosqichma-bosqich tushuntirish maqsadga muvofiq.

Ikkinchi jihat dasturdan foydalanish uchun kompyuter qurilmasiga ehtiyoj mavjudligi bilan bog‘liq. Bu barcha o‘quvchilarning individual ravishda dastur bilan ishlash imkoniyatini cheklashi mumkin. Bunday vaziyatda guruhli topshiriqlar yoki o‘qituvchi tomonidan proyektor orqali namoyish qilish usullaridan foydalaniladi.

Avogadroning funksional imkoniyatlarini boshqa raqamli vositalar bilan birgalikda qo‘llash ta’lim jarayonida yanada qulay metodik muhit yaratishi mumkin. Masalan, ACD/ChemSketch yordamida molekulaning ikki o‘lchamli strukturaviy formulasini tayyorlash, Avogadro yordamida uning uch o‘lchamli modelini yaratish va PowerPoint yordamida yakuniy o‘quv taqdimotini shakllantirish mumkin.

Buni quyidagi ketma-ketlikda tashkil etish mumkin:

1-bosqich. Molekulaning 2D strukturaviy formulasini yaratish.

2-bosqich. Molekulani Avogadroda 3D ko‘rinishda modellashtirish.

3-bosqich. Molekula geometriyasini optimallashtirish.

4-bosqich. Zarur geometrik parametrlarni o‘lchash.

5-bosqich. Olingan modelni o‘quv taqdimotiga joylashtirish.

Bunday integratsiyalashgan yondashuv turli dasturlarning bir-biridan farqli funksiyalaridan foydalanish imkonini beradi.

Lingvistik cheklovlarni kamaytirish maqsadida dastur interfeysida qo‘llaniladigan terminlarni o‘quvchilarga tushunarli shaklda berish uchun quyidagicha o‘zbek tilidagi qisqa vizual lug‘at tayyorlash lozim (1-jadval).

1-jadval

Avogadro dasturi interfeysida qo‘llaniladigan terminlarning o‘zbek tilidagi qisqa vizual lug‘ati

Dasturdagi termin	O‘zbekcha izoh
Force Field	Kuch maydoni
Measure Tool	O‘lchash vositasi
Dipole Moment	Dipol momenti
Torsion Angle	Torsion burchak
Optimize Geometry	Geometriyani optimallashtirish

Bunday yordamchi materiallardan foydalanish dastur bilan ishlashning dastlabki bosqichida terminologik qiyinchiliklarni kamaytirishga olib keladi. Shuningdek, o‘qituvchi dasturda bajariladigan asosiy amallarni skrinshotlar bilan ko‘rsatadigan qisqa metodik yo‘riqnomalar tayyorlashi mumkin. Bunday yondashuv

raqamli vositani o‘quvchi uchun yanada tushunarli shaklda taqdim etishga yordam beradi.

Texnik cheklovlarni kamaytirish yo‘llari ham mavjud. Avogadro asosan molekulyar modellashtirish vositasi bo‘lganligi sababli kimyoviy reaksiyalarning to‘liq sxemasini tayyorlash uchun boshqa dasturlardan foydalanishga ehtiyoj tug‘ilishi mumkin.

Masalan, molekulalarning 3D modellarini Avogadroda tayyorlab, keyin ularni tasvir shaklida PowerPoint slaydlariga joylashtirish kerak. Reaksiya tenglamasi, strelka, katalizator va boshqa izohlar esa taqdimot dasturida qo‘shiladi. Bunday yondashuvda Avogadro dasturi molekulyar modelni tayyorlash, PowerPoint esa tayyor modelni pedagogik materialga aylantirish vazifasini bajaradi.

Endi dasturning bo‘lajak kimyo o‘qituvchisining axborot-metodik kompetentligini rivojlantirishiga kelsak, yuqorida aytib o‘tilganidek Avogadro dasturi bilan ishlash bo‘lajak o‘qituvchidan uch xil faoliyat: raqamli faoliyat, kimyoviy faoliyat va metodik faoliyatni birlashtirishni talab qiladi. Shu sababli bo‘lajak o‘qituvchi uchun Avogadro dasturini o‘zlashtirishning asosiy natijasi dastur menyularini yod olish emas, balki uning funksiyalarini o‘quv maqsadlariga mos ravishda tanlash va qo‘llashdan iborat bo‘lishi kerak. O‘qituvchilarni hisoblash kimyosi va raqamli modellashtirish vositalaridan foydalanishga tayyorlashga bag‘ishlangan tadqiqotlarda ham ushbu yo‘nalishning pedagogik ahamiyati ko‘rsatib berilgan [5,7,8].

Xulosa va takliflar. Xulosa sifatida aytadigan bo‘lsak, Avogadro dasturidan organik kimyo ta’limida molekulalarning uch o‘lchamli modellarini yaratish, ularning fazoviy tuzilishini kuzatish va ayrim geometrik parametrlarini o‘rganish uchun qo‘shimcha raqamli vosita sifatida foydalanilishi mumkin. U 3D modellashtirish, ayniqsa, molekulyar geometriya va stereokimyoga oid mavzularni tushuntirishda vizual imkoniyatlarni kengaytiradi. Avogadroni hisoblash kimyosiga oid o‘quv

faoliyatlari bilan birlashtirish esa talabalarga modellashtirish, hisoblash va natijalarni tahlil qilishga asoslangan topshiriqlarni bajarish imkonini beradi.

Bo‘lajak kimyo o‘qituvchilarini tayyorlash jarayonida dasturdan foydalanishning muhim tomoni uning texnik imkoniyatlarini pedagogik vazifalar bilan bog‘lashdir. Bunda Avogadro bilan bir qatorda ACD/ChemSketch, PowerPoint va boshqa raqamli vositalardan foydalanish mumkin. Shunday qilib, Avogadro dasturini kimyo ta’limiga kiritish raqamli modellashtirish ko‘nikmalarini shakllantirish, molekulyar tuzilishni vizual o‘rganish va bo‘lajak o‘qituvchining raqamli vositalarni metodik jihatdan tanlash kompetentligini rivojlantirish uchun muayyan imkoniyatlar yaratadi.

Mavjud materialdan kelib chiqib, Avogadro dasturidan foydalanishda o‘quvchilarga asosiy terminlarning qisqa izohlarini berish, amallarni bosqichma-bosqich tushuntirish, zarur hollarda guruhli topshiriqlar va proyektor orqali namoyishdan foydalanish, shuningdek ACD/ChemSketch va PowerPoint bilan integratsiyalashgan metodik topshiriqlarni tashkil etish taklif etiladi. Raqamli modellashtirish topshiriqlarini model yaratish, hisoblash, natijalarni qayd etish, taqqoslash va kimyoviy hamda metodik jihatdan sharhlash bosqichlari asosida tashkil etish maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar

1. Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E., Hutchison, G. R. Avogadro: An Advanced Semantic Chemical Editor, Visualization, and Analysis Platform // Journal of Cheminformatics. - 2012. - Vol. 4. - Article 17.

2. Rayan B., Rayan A. Avogadro Program for Chemistry Education: To What Extent Can Molecular Visualization and Three-Dimensional Simulations Enhance Meaningful Chemistry Learning? // World Journal of Chemical Education. - 2017. - Vol. 5, №. 4. - PP. 136-141.

3. Snyder, H. D., Kucukkal, T. G. Computational Chemistry Activities with Avogadro and ORCA // Journal of Chemical Education. - 2021. - Vol. 98, №. 4. - PP. 1335-1341.

4. Setyarini, M., Liliasari, Kadarohman, A., Martoprawiro, M. A. Efektivitas Pembelajaran Stereokimia Berbasis Visualisasi 3D Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial // Cakrawala Pendidikan. - 2017. - Vol. 36, №. 1.

5. Traube, T., Blonder, R. A Computational Chemistry Course for Teachers: From Research Laboratories to High-School Chemistry Teaching // Journal of Chemical Education. - 2023. - Vol. 100, No. 11. - PP. 4360-4368.

6. Listyarini, R. V. Implementation of Molecular Visualization Program for Chemistry Learning // Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram. - 2021. - Vol. 9, №. 1. - PP. 64-75.

7. De Oliveira, G. A. A Tecnologia da Informação e Comunicação como Ferramenta Auxiliar para o Ensino de Química Orgânica: Uma Proposta Metodológica // Revista FIMCA. - 2020. - Vol. 7, №. 2. - PP. 14-20.

8. Волкова Н. В., Куприянова Е. Д., Керимов Э. Ю. Учебный проект «Моделирование химических реакций» // Химия в школе. - 2026. - № 3. - С. 64-70.

9. Погуляева И. А. Цифровые инструменты в преподавании курса лекций по дисциплине «Химия» в вузе // Современные наукоемкие технологии. - 2022. - № 12 (часть 1). - С. 128-133.