

## **ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ**

### **МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ, БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ**

### **METHODS OF TEACHING CHEMISTRY, BIOLOGY, GEOGRAPHY AND ECOLOGY**

FTAMP 14.25.09

<https://doi.org/10.51889/3005-6217.2026.87.1.001>

**А.М. Рысбай, <sup>1\*</sup> Ж.М. Жаксимаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
\*email: [aktilek.risbay@mail.ru](mailto:aktilek.risbay@mail.ru), [zhanar131172@gmail.com](mailto:zhanar131172@gmail.com)

### **ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРНЫНДА ОРГАНИКАЛЫҚ ХИМИЯ КУРСЫН ЭКОЛОГИЯЛАНДЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ-ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗДЕРІ**

#### *Аңдатпа*

Қазіргі таңда химия ғылымы мен химия өнеркәсібінің қарқынды дамуы табиғи ресурстардың шамадан тыс пайдаланылуына, қоршаған ортаның ластануына және экологиялық тепе-теңдіктің бұзылуына алып келіп, жаһандық экологиялық мәселелердің ушығуына себеп болып отыр. Әсіресе органикалық химия саласында қолданылатын синтез әдістері, реагенттер мен өндірістік технологиялар экожүйеге тікелей және жанама әсер ететіні белгілі. Осыған байланысты жоғары оқу орындарында органикалық химияны оқыту барысында экологиялық сауаттылықты қалыптастыру, студенттердің экологиялық жауапкершілігін арттыру және тұрақты даму қағидаттарын білім беру мазмұнына кіріктіру өзекті ғылыми-әдістемелік міндетке айналуда. Аталған мақалада органикалық химия пәнін Тұрақты даму мақсаттарымен (ТДМ) интеграциялауға бағытталған теориялық-әдістемелік модель ұсынылады. Ұсынылған модель жасыл химия қағидаттарына, экологиялық қауіпсіздік талаптарына және цифрлық білім беру технологияларына негізделген. Органикалық химияны оқытуды экологияландыру мақсатында интерактивті платформалар мен онлайн құралдар кешенді түрде қолданылды. Студенттердің қоршаған ортаны қорғауға деген көзқарасының өзгеруін қадағалау үшін арнайы бақылау жұмыстары мен педагогикалық эксперимент ұйымдастырылды. Тәжірибелік кезеңнің басы мен соңында алынған көрсеткіштерді талдау арқылы оқыту әдістемесінің тиімділігі айқындалды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, сауалнамаға қатысқан студенттердің 80%-ы онлайн платформалар оқу мазмұнын тиімді әрі терең меңгеруге елеулі көмек көрсеткенін атап өтті, ал 67%-ы цифрлық технологиялар оқу үдерісін анағұрлым тартымды және интерактивті еткенін көрсетті. Сонымен қатар, цифрлық білім беру ресурстарын қолдану студенттердің деректерді талдау, ақпаратты жүйелеу және экологиялық мәселелерді сыни тұрғыдан бағалау қабілеттерін дамытуға оң әсер еткені анықталды. Зерттеу нәтижелері тұрақты даму қағидаттарын органикалық химияның теориялық және практикалық мазмұнымен байланыстыра оқытудың тиімді екенін көрсетті. Онлайн ресурстарды пайдалану студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, оқу мотивациясын күшейтті, сондай-ақ олардың экологиялық мәселелерге сыни көзқарасын қалыптастырды. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері студенттердің кәсіби даярлығын арттыруда органикалық химияны экологияландырудың маңызды рөл атқаратынын дәлелдейді.

**Түйін сөздер:** органикалық химия, тұрақты даму мақсаттары, жасыл химия, экологиялық сауаттылық, жоғары білім.

Рысбай А.М., <sup>1\*</sup>  Жаксибаева Ж.М.<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан  
\*email: [aktilek.risbay@mail.ru](mailto:aktilek.risbay@mail.ru), [zhanar131172@gmail.com](mailto:zhanar131172@gmail.com)

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ КУРСА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

### Аннотация

В настоящее время интенсивное развитие химической науки и химической промышленности приводит к чрезмерному использованию природных ресурсов, загрязнению окружающей среды и нарушению экологического равновесия, что, в свою очередь, способствует обострению глобальных экологических проблем. Особенно значительное прямое и косвенное воздействие на экосистемы оказывают методы синтеза, реагенты и производственные технологии, применяемые в области органической химии. В связи с этим формирование экологической грамотности, повышение экологической ответственности студентов и интеграция принципов устойчивого развития в содержание обучения органической химии в высших учебных заведениях становятся актуальной научно-методической задачей. В статье предлагается теоретико-методическая модель интеграции дисциплины «Органическая химия» с Целями устойчивого развития (ЦУР). Представленная модель основана на принципах зелёной химии, требованиях экологической безопасности и использовании цифровых образовательных технологий. В ходе исследования предусматривалось систематическое включение экологически ориентированных тем в процесс обучения органической химии, анализ воздействия химических реакций на окружающую среду, а также применение онлайн-образовательных платформ и интерактивных ресурсов. В педагогическом эксперименте приняли участие студенты высшего учебного заведения, у которых уровень экологического сознания определялся на начальном и итоговом этапах с использованием методов анкетирования, наблюдения и сравнительного анализа. Результаты исследования показали, что 80% респондентов отметили значительную роль онлайн-платформ в эффективном и углублённом усвоении учебного материала, тогда как 67% указали на повышение интерактивности и привлекательности учебного процесса за счёт цифровых технологий. Кроме того, использование цифровых образовательных ресурсов положительно повлияло на развитие у студентов навыков анализа данных, систематизации информации и критической оценки экологических проблем. Полученные результаты подтверждают эффективность интеграции принципов устойчивого развития в теоретическое и практическое содержание курса органической химии, а также подчёркивают важную роль экологизации обучения в повышении профессиональной подготовки студентов.

**Ключевые слова:** органическая химия, цели устойчивого развития, зелёная химия, экологическая грамотность, высшее образование.

Rysbay A., <sup>1\*</sup>  Zhaksybaeva Zh.<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan  
\*email: [aktilek.risbay@mail.ru](mailto:aktilek.risbay@mail.ru), [zhanar131172@gmail.com](mailto:zhanar131172@gmail.com)

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF ECOLOGIZING THE ORGANIC CHEMISTRY COURSE IN HIGHER EDUCATION

### Abstract

Currently, the rapid development of chemical science and the chemical industry has led to excessive consumption of natural resources, environmental pollution, and disruption of ecological

balance, thereby contributing to the escalation of global environmental problems. In particular, synthesis methods, reagents, and industrial technologies used in organic chemistry have a significant direct and indirect impact on ecosystems. In this context, developing environmental literacy, enhancing students' environmental responsibility, and integrating sustainable development principles into the teaching of organic chemistry in higher education institutions have become pressing scientific and methodological challenges. This article presents a theoretical and methodological model for integrating the organic chemistry course with the Sustainable Development Goals (SDGs). The proposed model is based on the principles of green chemistry, environmental safety requirements, and the use of digital educational technologies. The study involved the systematic inclusion of environmentally oriented topics in organic chemistry instruction, analysis of the environmental impact of chemical reactions, and the application of online educational platforms and interactive resources. A pedagogical experiment was conducted involving university students, during which their levels of environmental awareness were assessed at the initial and final stages using questionnaires, observation, and comparative analysis methods. The results showed that 80% of the respondents reported that online platforms significantly facilitated effective and in-depth learning of educational content, while 67% indicated that digital technologies made the learning process more engaging and interactive. In addition, the use of digital educational resources had a positive impact on the development of students' data analysis skills, information systematization abilities, and critical evaluation of environmental issues. Overall, the findings confirm the effectiveness of integrating sustainable development principles into the theoretical and practical content of organic chemistry courses and highlight the important role of ecologization in improving students' professional training.

**Keywords:** organic chemistry, Sustainable Development Goals, green chemistry, environmental literacy, higher education.

**Кіріспе.** Органикалық химия – қазіргі жоғары оқу орындарында химия мамандығын дайындаудағы іргелі пәндердің бірі. Бұл пән студенттерге органикалық қосылыстардың құрылымы, қасиеттері, реакция механизмдері мен синтез әдістерін терең түсінуге мүмкіндік береді. Дегенмен, органикалық химияны оқыту барысында қоршаған ортаға әсер ету мәселелерін жүйелі түрде енгізу маңызды болып отыр, өйткені химиялық заттар мен реактивтердің өндірісі мен қолданылуы экожүйеге тікелей әсер етеді[1,7]. Сондықтан органикалық химияны оқыту барысында тек химиялық құрылымдар мен реакция механизмдерін ғана емес, сонымен қатар олардың қоршаған ортаға әсерін, экологиялық қауіптерін және тұрақты баламаларын қарастыру қажет. Бұл тұрғыда Біріккен Ұлттар Ұйымы ұсынған Тұрақты даму мақсаттары білім беру мазмұнын жаңғыртудың маңызды құралы болып табылады. Бұл мәселе қазіргі ғылымда «экологияландыру» ұғымымен сипатталады – яғни оқу үдерісін қоршаған ортаны қорғау және тұрақты даму принциптерімен үйлестіру [2]. Органикалық химия ТДМ-ның бірнеше бағытымен тығыз байланысты:

- ТДМ 3 – Салауатты өмір және әл-ауқат: улы органикалық заттардың адам денсаулығына әсері;
- ТДМ 4 – Сапалы білім: экологиялық бағытталған химиялық білім беру;
- ТДМ 7 – Қолжетімді және таза энергия: биоотын, биоэтанол, органикалық материалдар;
- ТДМ 12 – Жауапты тұтыну және өндіріс: қалдықтарды азайту, жасыл синтез;
- ТДМ 13 – Климаттың өзгеруімен күрес: көмірсутектердің жануы және CO<sub>2</sub> шығарындылары.

Органикалық химияны оқытуда жасыл химия тақырыптарын енгізу студенттердің химиялық заттар өмірлік циклінің экологиялық әсерін түсінуіне мүмкіндік береді, сондай-ақ олардың реакцияларды қауіпсіз және тұрақты тұрғыдан көрсету қабілетін арттырады[3].

Органикалық химияны оқытуда экологияландыру – бұл оқу мазмұнында экологиялық білімді жүйелі түрде енгізу, жасыл химия қағидаларын қолдану және студенттердің экологиялық құзыреттілігін дамыту стратегиясы[4]. Экологияландыру оқу бағдарламасына химиялық заттардың өмірлік циклін, экологиялық қауіптерді және жасыл химия қағидаларын кірістіру арқылы жүзеге асады, бұл студенттерді болашақта кәсіби тұрғыдан жауапкершілікпен әрекет етуге дайындайды[5]. Экологиялық білім берудің іргелі мәні оның стратегиялық міндеттерімен айқындалады. Бұл процесс тек қоршаған орта туралы ақпараттандыруды ғана емес, сонымен бірге қоғам мен жеке тұлғаның экологиялық мәдениетін қалыптастыруды, табиғатқа деген жауапкершілікті тереңдетуді көздейді. Сонымен қатар, экологиялық сауатты шешімдер қабылдау арқылы тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуды қамтамасыз ету және жаһандық қауіпсіздікті сақтауға бағытталған практикалық дағдыларды шыңдау басты басымдық болып табылады[18].

**Материалдар мен әдістер.** Экологияландыру үдерісінің маңызды құрамдас бөліктерінің бірі – жасыл химия қағидастарын білім беру мазмұнына енгізу болып табылады. Жасыл химия тұжырымдамасы қоршаған ортаға теріс әсері барынша төмен химиялық реакциялар мен технологиялық процестерді таңдауға бағытталады. Атап айтқанда, бұл ұғым улы және қауіпті реагенттерді баламалы қауіпсіз заттармен алмастыруды, қалдықсыз немесе аз қалдықты синтез тәсілдерін қолдануды, сондай-ақ энергияны үнемдейтін әдістерді пайдалануды қамтиды[6]. Аталған қағидастарды органикалық химияның зертханалық сабақтарында тиімді қолдануға болады. Мысалы, банан майы мен ацетилсалицил қышқылын алу кезінде экологиялық тұрғыдан қауіпсіз синтез әдістерін пайдалану студенттердің теориялық білімін практикамен ұштастыруға мүмкіндік береді[1].

Органикалық химия курсы экологияландырудың басты мақсаттары бірнеше негізгі бағытты қамтиды. Біріншіден, студенттердің экологиялық санасын қалыптастыру көзделеді. Химиялық реакциялар мен процестердің қоршаған ортаға ықпалын түсіну болашақ мамандардың экологиялық мәселелерге деген жауапкершілігін арттырады[8]. Екіншіден, жасыл химия қағидастарын меңгерту арқылы экологиялық қауіпсіз синтез әдістерін, энергия тиімді технологияларды және табиғатқа зияны аз өндірістік процестерді оқыту студенттердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға ықпал етеді[9]. Үшіншіден, экологияландыру элементтерін енгізу студенттердің сын тұрғысынан ойлау қабілетін жетілдіруге мүмкіндік береді, себебі олар химиялық үдерістерді тек ғылыми тұрғыда ғана емес, экологиялық салдарымен бірге бағалауға үйренеді[10].

Аталған мақсаттарды органикалық химия пәнінің мазмұнымен жүйелі түрде кіріктіру болашақ мамандардың экологиялық жауапкершілігін арттыруға және олардың тұрақты даму талаптарына сай кәсіби көзқарасын қалыптастыруға жағдай жасайды. Осы тұрғыдан алғанда, химия ғылымы қамтитын экологиялық мәселелердің «үлесін» қарастыру маңызды. Бұл үлес жалпы, қолданбалы және әлеуметтік экология мәселелерін қамтиды, олардың ішінде қолданбалы экология салалары – өнеркәсіптік, қалалық және ауылшаруашылық экологиясы – барынша кеңінен ұсынылған. Жалпы экология мәселелері экожүйелердегі химиялық процестерді, энергия алмасуын және биосферадағы зат айналымын зерттеу аясында қарастырылады. Ал әлеуметтік экология мәселелері химиялық факторлардың адам денсаулығына тигізетін әсерін талдау арқылы сипатталады[18].

Химия сабақтарындағы экологиялық білім берудің экологиялық компонентінің барлық мазмұнын сегіз бөлімге топтастыруға болады.

1. Жалпы экология: Экожүйедегі химиялық процестер мен энергия ағындары. Тыныс алу және фотосинтез. Озонның рөлі. Энергия ағындары. Экожүйедегі экологиялық тепе-теңдік Ле-Шателье-Браун принципінің көрінісі ретінде[21].

2. Биосфера және оған адамның әсері. Көміртек, азот және фосфор циклдері. Фосфор ресурстарының күйі. Аэрозольдердің озон қабатына әсері. Парниктік эффект. Ормандардың рөлі. Оттегінің фотодиссоциациясы озон қабатының жұқару факторы ретінде. Мұхиттың ластану мәселесі.

3. Қолданбалы экология: Энергия. Минералдар – көмірсутек көздері. Мұнай мен газды өндірудің, тасымалдаудың және өндеудің экологиялық мәселелері. Метан табиғи газ бен биогаздың құрамдас бөлігі ретінде. Отын элементтері. Экологиялық таза отын мәселесі. Сутегі энергиясы.

4. Қоршаған ортаның химиялық ластануы және оны азайту әдістері. Ластаушылардың жіктелуі және қоршаған орта стандарттары. Қалалық ластану деңгейі. Ауаның ластануы. Күкірт және азот оксидтері ауа ластаушы заттары ретінде және қышқыл жаңбыр мен тұманның себептері. Ластаушы заттардың трансшекаралық тасымалы. Фреондар. Аэрозольдер. Көлік отынының сапасы мәселесі. Судың ластануы. Фосфор оксидтері суды ластаушы заттар ретінде. Синтетикалық жуғыш заттармен (СЖ) судың ластануы. Ауыр металл иондарымен қоршаған ортаның ластануы. Судың қаттылығы және оны жою әдістері. Белсендірілген көмір және тұрмыстық сүзгілер. Тұрғын үйдің ластануы. Жиһаз бен үйді әрлеу үшін фенол-формальдегид шайырларын пайдаланудың қауіптері. Газ плиталары мен темекі түтінінен ауаның ластануы. Химиялық өнеркәсіптер қоршаған ортаның ластану факторы ретінде және оларды экологияландыру мүмкіндіктері. Аз қалдықты технологияларды енгізу. Озық елдердің тәжірибесі (Германия, Жапония).

5. Қоршаған ортаның радиоактивті ластануы. Радиоактивтілік және оның тірі организмдерге әсері. Ядролық жарылыстардың салдары. Чернобыль трагедиясының салдары.

6. Қалдықтарды жою. Гальваникалық элементтер мен батареяларды қайта өңдеу. Резеңкелерді, металл-пластиктерді және басқа да полимерлі материалдарды қайта өңдеу. Ядролық қалдықтар. Тұрмыстық қалдықтардың құрамы мен мөлшері. Дамыған елдердегі тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу тәжірибесі [18].

7. Ауыл шаруашылығы экологиясы: Ауыл шаруашылығындағы химияның рөлі. Металл еместер және олардың қосылыстары қазіргі заманғы минералды тыңайтқыштардың негізі болып табылады. Топырақ пен аналық жыныстардың әртүрлілігі. Топырақ құнарлылығы. Топырақтың сарқылуы және ластану мәселесі. Пестицидтерді (инсектицидтер, гербицидтер, фунгицидтер) қолдануға байланысты экологиялық мәселелер. Ауыл шаруашылығында формалинді қолдану.

8. Әлеуметтік экология: Жеке химиялық элементтердің адам денсаулығына әсері. Оксидтердің тірі организмдерге әсері. "Қалайы обасы." Фенол, бензол, антифриз. Бояулар мен еріткіштер. Этанол және алкогольизм мәселесі. Органикалық тағам. Табиғи тағам және синтетикалық алмастырғыштар. Тағамдық қоспалар.

Органикалық химияны оқытуда экологияландыруды жүзеге асыру үшін бірнеше педагогикалық тәсіл қолданылуы мүмкін:

1. Оқу бағдарламасын қайта құру

Органикалық химия пәні өзінің күрделі құрылымы мен мазмұнына байланысты білім алушылар үшін меңгеруі қиын курстардың бірі болып саналады. Тәжірибе көрсеткендей, алғашқы дәрістерден кейін студенттердің пәнге деген ынтасының төмендеуі жиі байқалады. Дегенмен, қоршаған орта мен адам ағзасының негізін құрайтын органикалық қосылыстарды танудың дүниетанымдық рөлі өте жоғары. Осы тұрғыда, органикалық химияны экологиялық аспектілермен ұштастырып оқыту студенттерге бұл ғылым саласын тереңірек түсінуге жол ашады. Бұл бағыт тек биомолекулалардың химиялық табиғатын зерделеп қана қоймай, сонымен бірге тірі организмдер мен жаһандық биосфера деңгейіндегі өзекті экологиялық мәселелердің химиялық негіздерін ашуға мүмкіндік береді. Осындай интеграциялық тәсіл пәннің практикалық құндылығын арттырып, оқу процесін мазмұнды ете түседі.

Оқу бағдарламасының негізі көміртектің атомының физика-химиялық параметрлерін терең талдаудан басталуы тиіс. Көміртектің биофильдік табиғаты оның шағын атомдық массасымен, ықшам радиусымен және сан алуан байланыс түрлерін қалыптастыру мүмкіндігімен айқындалады. Бұл элементтің бірегейлігі – бір тізбек бойында дара, қос және үштік байланыстарды үйлестіре алуында. Көміртектің атомдарының арасындағы коваленттік байланыстардың беріктігі биологиялық жүйелердегі күрделі құрылымдардың тұрақтылығын

қамтамасыз етіп қана қоймай, организмдердің тіршілігіне қажетті жоғары энергиялық потенциалды сақтайды. Сонымен қатар, көміртектік қаңқа негізіндегі молекулалардың құрылымы өте динамикалық әрі икемді болып келеді. Молекулалардағы жеке топтардың С-С байланыстарын үзбей айналуы (конформациялық қозғалғыштық) полимерлердің қасиеттерін анықтайды [18].

Биомолекулалардағы энергия тасымалы конъюгацияланған (түйіскен) байланыстар жүйесі арқылы жүзеге асады. Ерекше айта кететін жайт, егер молекула құрылымындағы мұндай байланыстардың саны бестен асса, қосылыс көрінетін спектрдегі сәулелерді жұту қабілетіне ие болып, белгілі бір түске боялады.

Студенттердің танымдық белсенділігін арттыру мақсатында органикалық қосылыстардың молекулалық архитектурасы мен олардың токсикологиялық сипаттамалары арасындағы заңдылықтарды келесідей жүйелеуге болады:

□ Гомологиялық фактор: Заттардың гомологиялық қатарында көміртек қаңқасының ұзаруы олардың есірткілік белсенділігі мен жалпы уыттылық деңгейінің пропорционалды түрде өсуіне алып келеді.

□ Құрылымдық изомерияның әсері: Көміртек тізбегінің тармақталуы қосылыстың биологиялық белсенділігін (уыттылығын) төмендетеді. Ал тізбектің тұйықталып, циклдік құрылымға ауысуы, керісінше, заттың ағзаға тигізер зиянды әсерін күшейтеді.

□ Қанықпағандық дәрежесі: Молекулада еселі (қос немесе үштік) байланыстардың пайда болуы оның химиялық реакцияға түсу қабілетін арттырады. Бұл тек токсиндік әсерді күшейтіп қана қоймай, заттың физиологиялық әсер ету механизмін өзгертіп, оған айқын тітіркендіргіш қасиет береді.

□ Физика-химиялық параметрлер: Уытты заттың интоксикациялық қуаты оның ортадағы концентрациясына байланысты, ол көбінесе құбылмалылық (қайнау температурасына байланысты) және ерігіштік (зат ағзаға еріген күйде енеді ме немесе дене сұйықтықтарында тікелей ериді ме) сияқты факторлармен анықталады [18].

Аталған принциптерді меңгеру білім алушыларға органикалық заттардың архитектурасын терең әрі жүйелі түрде саралауға, сондай-ақ олардың биологиялық нысандарға тигізетін ықтимал әсерін алдын ала болжауға мүмкіндік береді. Мәселен, алкандардың алғашқы өкілі – метанды зерделеу барысында оның биосфералық маңызына, заманауи биотехнологиялық үдерістердегі әлеуетіне және өндірістік органикалық синтездегі рөліне баса назар аудару қажет. Мұндай кешенді ақпарат студенттердің теориялық білімін практикалық қолданыспен ұштастырып, олардың кәсіби танымын айтарлықтай кеңейтеді. Метан озон молекуласын тұрақтандырады және биосфераның органикалық заттар айналымында маңызды рөл атқарады, көмірқышқыл газына қарағанда әлдеқайда маңызды, себебі оның атмосфералық өмір сүру ұзақтығы көмірқышқыл газының өмір сүру ұзақтығының жартысына тең. Жер атмосферасына мыңдаған жылдар бойы келіп түсетін метан мен өзге де газ тәріздес көмірсутектердің шектен тыс жинақталмауы табиғи реттелу механизмдерімен байланысты. Бұл процестің іске асуында метанды жалғыз энергетикалық ресурс және көміртек көзі ретінде пайдаланатын метанотрофты бактериялар шешуші рөл атқарады. Осы микроорганизмдердің тіршілік әрекеті нәтижесінде атмосферадағы көмірсутектердің балансы сақталып, олардың қоршаған ортаға тигізетін парник әсері биосфералық деңгейде бақыланады.

Метанның биологиялық оксидациясы (яғни, тотығуы) кезең-кезеңмен жүреді:  
 $CH_4 \rightarrow CH_3OH \rightarrow HCOH \rightarrow HCOOH \rightarrow CO_2$

. Метан, әсіресе табиғи газ, ірі көлемді ақуыз синтезі өнеркәсібін дамыту үшін перспективалы шикізат болып саналады. Метанды немесе табиғи газды пайдаланып өсірілген бактериялар – құрамы жағынан соя ұнына немесе құрғақ сүтке өте ұқсас келеді. Мұндай өнімнің 57-75 пайызы таза ақуыздан тұрады. Метан бактерияларынан алынатын белок аминқышқылдарына бай болғандықтан, өте құнарлы ас болып саналады. Сонымен қатар, лизин, валин және триптофан сияқты маңызды заттардың мөлшері жағынан бұл өнім басқа шикізаттардан алынған қоспалардан әлдеқайда жоғары.

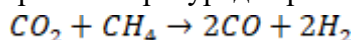
Дегенмен, метан негізіндегі биосинтез әлі өнеркәсіптік ауқымда енгізілген жоқ, себебі жабдықты жобалауға, метан-ауа қоспаларымен жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік шараларына (аэробты процесс) және бірқатар таза биологиялық мәселелерге қатысты мәселелер шешілмеген күйінде қалып отыр (табиғи газдан алынған этан, пропан, бутан, этанол және ацетальдегид сияқты заттар этанның түрлену өнімдері болып табылады;



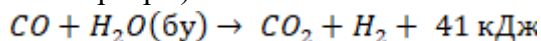
қоршаған ортаға енгізілген  $NO^{2-}$  иондары және денитрификация және нитрификация кезінде

жиналған иондары метанның тотығу жылдамдығын және, демек, дақылдардың өсу жылдамдығын айтарлықтай төмендетеді) [18]. Мұның бәрі ақуыз биосинтезі процесінің өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді.

Студенттер сутегін өндіру жолдарын қарастырғанда, метан мен көмірқышқыл газын жоғары температурада әрекеттестіру арқылы өңдеу әдісін өздері де ұсына алады.



Реакция өнімдерінің бірі - қауіпті атмосфералық ластаушы зат - улы көміртегі тотығы. Оны бейтараптандырудың тиімді әдісі - каталитикалық тотығу (Cr, Zn және Cu катализаторлары):

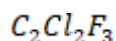


Реакция кезінде түзілген көміртегі (IV) тотығы сумен немесе сілтімен сіңіріледі. Студенттерден жоғары концентрациядағы метанның нәліктен өмір үшін қауіпті екенін негіздеу, содан кейін метанның табиғаттағы қос рөлін түсіндіру сұралады.

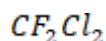
Бұдан соң, фреондар туралы айтқанда, бұл газдардың (немесе сұйықтықтардың) өте пайдалы қасиеттерін атап өту керек. Олар химиялық жағынан белсенді емес, жанбайды, жарылмайды және адам денсаулығына зиянсыз. Сонымен қатар, суда ерімейді, бірақ органикалық заттарда жақсы ериді. Осындай ерекшеліктерінің арқасында фреондар тоңазытқыштарда тамақ сақтау үшін, аэрозоль баллондарында сұйықтықты шашу үшін



қолданыла бастады. Сондай-ақ олар өрт сөндіру құрылғыларында ( ) және өнеркәсіптік

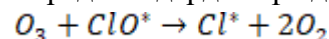


еріткіш ( ) ретінде кеңінен пайдаланылады.



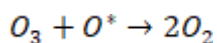
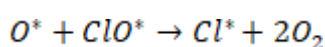
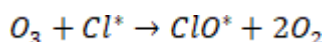
Бірнеше жыл бұрын фреондардың (негізінен және ) озон қабатына кері әсері туралы гипотеза ұсынылды. Фреондар ультракүлгін күн сәулесінің әсерінен ыдырап,  $Cl^* ClO^*$

, және  $CClF_2^*$  сияқты көптеген әртүрлі қосылыстар мен радикалдарды түзеді деп



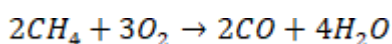
есептеледі. Бұл радикалдар озонмен белсенді түрде әрекеттеседі: [18].

Атомдық оттегі болған кезде радикалдар атомдар мен радикалдардың озон молекулаларымен реакцияларын катализдей алады:

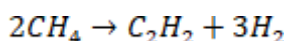


Есептік деректерге сәйкес, хлор атомдарының түзілу қарқындылығы шамамен 30 км биіктіктегі атмосфера қабатында ең жоғары мәнге жетуі тиіс. Алайда фреон молекулаларының салыстырмалы молекулалық массасы үлкен болғандықтан, олардың Жер беті аймағынан стратосфераға дейін таралуы өте баяу жүреді. Осыған байланысты фреондарды озон қабатының жұқаруының негізгі себебі ретінде қарастыру белгілі бір дәрежеде пікірталас тудырады. Соған қарамастан, көптеген мемлекеттер сақтық шарасы ретінде фреон өндірісін біртіндеп қысқарту және болашақта толық тоқтату туралы шешім қабылдады. Балама ретінде салқындатқыш жүйелерде ұшқыштығы төмен хлорфторкөміртектерді қолдану ұсынылды, ал аэрозольдік қаптамаларда сұйытылған парафиндік көмірсутектерді пайдалану мүмкіндігі қарастырылуда.

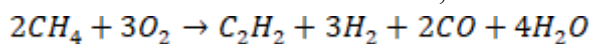
Галогеналкандар тақырыбын өткенде, студенттердің назарын кейбір қосылыстардың, атап айтқанда хлороформ мен дихлорэтаннның адам ағзасына тигізетін әсерлеріне аударуға болады. Хлороформ физиологиялық тұрғыдан есірткілік қасиетке ие, ол зат алмасу процестерін бұзып, ішкі мүшелерге, әсіресе бауырға елеулі зиян келтіреді. Уланудың жеңіл түрінде құсу, іштің ауыруы және жүрек-қан тамыр жүйесінің қызметінің бұзылуы байқалуы мүмкін. Ал ауыр жағдайда тыныс алудың бәсеңдеуі, дене температурасының төмендеуі және терең наркоз күйі орын алады. Хлороформның аз мөлшерде, бірақ ұзақ уақыт әсер етуі тері ауруларына (дерматит, экзема), асқазан-ішек жолының бұзылыстарына және бауырдың патологиялық өзгерістеріне әкелуі мүмкін. Дихлорэтан да есірткілік әсер көрсетеді және өте улы қосылыстардың қатарына жатады. Ол негізінен бауыр тіндерін зақымдайды. Жеңіл улану кезінде бас ауруы, бас айналу, жүрек айну, тамыр соғысының сиреуі және бауырдың сәл ұлғаюы байқалады. Жедел ауыр улану жағдайында бұл белгілер күшейіп, өмірге қауіп төндіруі мүмкін. Ұзақ уақыт әсер еткенде бауырдың созылмалы зақымдануы дамып, ол тері мен шырышты қабықтардың сарғаюымен сипатталады. Сонымен қатар, дихлорэтаннның теріге тиюі қабыну процестерін тудыруы ықтимал. Метаннан ацетилен өндіру мәселесі де экономикалық пайда мен экологиялық қауіпсіздік тұрғысынан өте өзекті. Метанды тотықтыра отырып крекингілеу әдісін зерттегенде, ацетиленнің пайда болуы көп жылуды қажет ететін (эндотермиялық) процесс екенін түсіну маңызды. Реакция жүруі үшін қажетті энергия арнайы пештерде метанның бір бөлігін жағу арқылы алынады. Бұл технологиялық процесс шамамен 1600-2200 °С аралығындағы өте жоғары температурада жүзеге асады:



;



;



Өнімде ацетиленнен басқа, көмірқышқыл газы мен сутегі қоспасы түзіледі, ол синтез газы болып табылады - химиялық синтез үшін құнды шикізат (мысалы, метанол). Метаннан ацетилен мен сутегін алудың перспективалы әдістерінің бірі - плазмалық-химиялық синтез екені атап өтіледі, ол күйе түзілуінің толық болмауымен және энергияны аз тұтынуымен сипатталады.

Хош иісті қосылыстар тақырыбын қарастырғанда, олардың айқын уытты қасиеттеріне ерекше көңіл бөлінеді. Мысалы, бензол адам ағзасына жалпы уландырғыш әрі канцерогендік әсер етеді, сондай-ақ әйелдердің репродуктивтік жүйесінің қызметіне кері ықпалын тигізеді. Бұл қосылыс бауыр мен бүйрек жұмысына нұқсан келтіріп, қан жүйесіндегі маңызды жасушалардың (лейкоцит, тромбоцит және эритроциттердің) азаюына әкеп соғады. Бензолдың зияны мұнымен шектелмейді: ол хромосомалардың тұтастығын бұзып, тұқым қуалайтын генетикалық мутациялар тудыруы мүмкін. Сол сияқты, нитробензол да ағза үшін өте қауіпті әрі жалпы уытты зат болып саналады. Ол метгемоглобинемияны, ақуыздардың сарғаюын және физиологиялық және неврологиялық бұзылуларды тудырады [11].

Органикалық химия курсының оқу жоспарына экологиялық білім беру модульдерін енгізу - студенттерді қоршаған ортаны қорғау мәселелерімен таныстырудың тиімді жолы. Бұл модульдер жасыл химия принциптеріне, химиялық қалдықтарды басқаруға және химиялық қауіптерді бағалауға арналуы тиіс [12]. Дәріс тақырыптары өзгертілмейді, бірақ әр тақырып келесі үш экологиялық сұрақ негізінде талданады:

1. Бұл органикалық зат немесе реакция қайда және не үшін қолданылады?
2. Оның қоршаған ортаға тигізетін әсері қандай?
3. Қандай экологиялық қауіпсіз немесе тұрақты баламалар бар?

Мысалы, көмірсутектерді оқыту кезінде жанармай ретінде қолданылуы, атмосфераға әсері және жаңартылатын энергия көздерімен салыстырмалы талдау жүргізіледі.

2. Зертханалық жұмыстарды экологиялық тұрғыдан бейімдеу

Лабораториялық практикумдарда реакцияларды орындау кезінде қауіпсіз әдістерді қолдану және химиялық қалдықтарды азайту студенттерге экологиялық жауапкершілікті практика жүзінде үйретеді. Мысалы, экологиялық таза синтездер мен минималды реактив қолданылатын эксперименттерді енгізу тиімді [13].

3. Интербелсенді технологиялар мен онлайн ресурстарды қолдану

Органикалық химияны оқытуда интерактивті әдістерді пайдалану білім алушылардың ынтасын оятып, қоршаған ортаға қатысты күрделі мәселелерді көрнекі түрде жеткізуге жол ашады. Мұндай тәсілдер экологиялық процестерді жай ғана айтып қоймай, оларды студенттерге визуалды бейнелер арқылы анық әрі қызықты етіп түсіндіруге септігін тигізеді [14]. Негізгі әдістер мен платформалар:

PhET Interactive Simulations: Колорадо университетінің интерактивті симуляциялар платформасы. Мұнда химияның әртүрлі салаларында тәжірибелерді виртуалды түрде орындауға болады. Платформа толығымен тегін және тіркеусіз қол жетімді. Пайдаланушылар заттардың агрегаттық күйі, химиялық реакция динамикасы және энергия өзгерістерін модельдей алады. Веб-сайт 100-ден көп тілге аударылған, соның ішінде орыс және басқа негізгі тілдер. Қазақ тілін қолдану үшін браузердің автоматты аудармасын пайдалануға болады. Пайдалану үшін сайтқа өтіп, Simulations бөлімінен Chemistry категориясын таңдау жеткілікті. Мысалы, States of Matter симуляциясы заттың агрегаттық күйін зерттеуге арналған.

ChemCollective Virtual Labs: платформасы студенттерге виртуалды зертханалар мен сценарийлік тапсырмалар ұсынады. Мұнда титрация, кинетика, концентрация өлшеу сияқты лабораториялық процестер моделденеді. Платформа тегін, браузерде жұмыс істейді және тіркеу қажет емес. Қолданушылар Virtual Labs бөлімінен қалаған тәжірибесін таңдай алады. Мысалы, титрация виртуалды зертханасы арқылы студенттер ерітінділерді араластырып, pH өзгерісін бақылап, нәтижелерін график түрінде көре алады.

MERLOT Virtual Labs: ашық білім беру ресурстарының каталогы, мұнда PhET және басқа университеттердің виртуалды лабораториялары жинақталған. Платформа мұғалімдер мен студенттерге әртүрлі химия виртуалды зертханаларын тегін табуға мүмкіндік береді. Кейбір ресурстар тіркелуді қажет етуі мүмкін. Сайтқа кіріп, Chemistry Collection бөлімінен қалаған виртуалды лабораторияны таңдауға болады.

Bilimland.kz– Қазақстанда ресми мақұлданған білім платформасы. Мұнда химия пәнінің виртуалды зертханалары мемлекеттік білім стандартына сәйкес ұсынылады. Платформа қазақ және орыс тілдерінде жұмыс істейді. Базалық контент тегін, кейбір курстарға тіркелу немесе лицензия қажет болуы мүмкін. Веб-сайтқа кіріп, химия бөлімінен виртуалды лабораторияларды таңдауға болады.

Labster платформасы 3D виртуалды лабораторияларды ұсынады, нақты зертханалық тәжірибелерді имитациялайды. Платформа кейде тегін демо нұсқасын ұсынады, толық қол жетімділік үшін лицензия қажет. Студенттер химиялық синтездерді, экологиялық қауіптерді және реакцияларды тәжірибелік түрде зерттей алады.

VirtualChemistryLaboratory / Virlab / Davidson University Labs: Бұл ресурстар студенттерге химияның түрлі салаларында виртуалды лабораториялар мен интерактивті тәжірибелер ұсынады. Кейбіреулері тегін, кейбірі тіркелуді қажет етеді. Студенттер онлайн режимде тәжірибе жасап, реакция нәтижелерін модельдей алады.

Beyond Labz – жасыл химия эксперименттерін онлайн форматта көрсетуге мүмкіндік береді.

ACS Green Chemistry Teaching Modules – жасыл химия тақырыптарына арналған сабақтар мен интерактивті жаттығуларды ұсынады [15].

Пайдалану кеңестері: сабаққа интеграциялау үшін студенттерді алдын ала PhET немесе ChemCollective виртуалды симуляцияларымен таныстырып, кейін лабораториялық тапсырмаларды салыстыруға бағыттау тиімді; экологиялық эксперименттерді көрсету үшін PhET модульдерін қолдану, мысалы, энергия тиімділігін немесе реакция қалдықтарын азайтуды модельдеу; пәнаралық интеграция үшін биология немесе экология курстарымен біріктірілген сабақтар өткізу студенттердің экологиялық көзқарасын қалыптастырады.

Бұл платформалар студенттерге реакциялардың қоршаған ортаға әсерін модельдеуге, эксперименттік қателіктерсіз тәжірибе жасауға және жасыл химия қағидаларын нақты практикада көруге мүмкіндік береді.

Экологияландыруды жүзеге асыруда органикалық химияны экология, биология және экологиялық менеджмент сияқты пәндермен байланыстыру оқу мазмұнын байытады. Мысалы, студенттер органикалық реакциялардың экожүйеге әсерін биологиялық зерттеулермен салыстырып, қоршаған ортаны қорғау стратегияларын талдай алады. Пәнаралық интеграция студенттердің химия мен табиғат арасындағы өзара байланысты терең түсінуін қамтамасыз етеді [16]. Жоғарыда аталған кейбір мәселелер білім беру экологиялық шеңберіндегі басқа пәндер бойынша, мысалы, биология, география және физика курстарында да зерттеледі. Дегенмен, материалдың бұлайша қайталануы тіпті пайдалы, себебі ол студенттерге бір мәселеге әртүрлі көзқарастар мен көзқарастардан қарауға мүмкіндік береді [17].

**Нәтижелер.** Зерттеу Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті «6В05301-Химия» мамандығы студенттеріне органикалық химия курсы экологияландыруға бағытталған оқу моделінің тиімділігін анықтау мақсатында жүргізілді. Зерттеуге барлығы 44 студент қатысты, олар екі топқа бөлінді: эксперименттік топ (25 студент) және бақылау тобы (19 студент). Зерттеу квази-эксперименттік сипатта ұйымдастырылды. Эксперименттік топта органикалық химия сабақтары экологиялық тұрғыдан бейімделген мазмұн негізінде өткізілді және онлайн білім беру платформалары мен виртуалды ресурстар жүйелі түрде қолданылды. Бақылау тобында сабақтар дәстүрлі әдіспен, оқулық және түсіндірмелі-репродуктивті тәсілдер арқылы жүргізілді.

Зерттеу барысында оқу модулінің басында және соңында екі топқа да сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижелері эксперименттік топта пәнге қызығушылықтың, органикалық химияны экологиялық тұрғыдан түсінудің және жасыл химия элементтерін қабылдаудың жоғарылағанын көрсетті. Эксперименттік топтағы студенттердің басым бөлігі органикалық химияны өмірмен, табиғатпен және өндірістік процестермен байланыстыра түсіне бастағанын атап өтті. Әрбір сұрақ бойынша нәтижелер талданып, пайыздық көрсеткішпен көрсетілді (1-кесте).

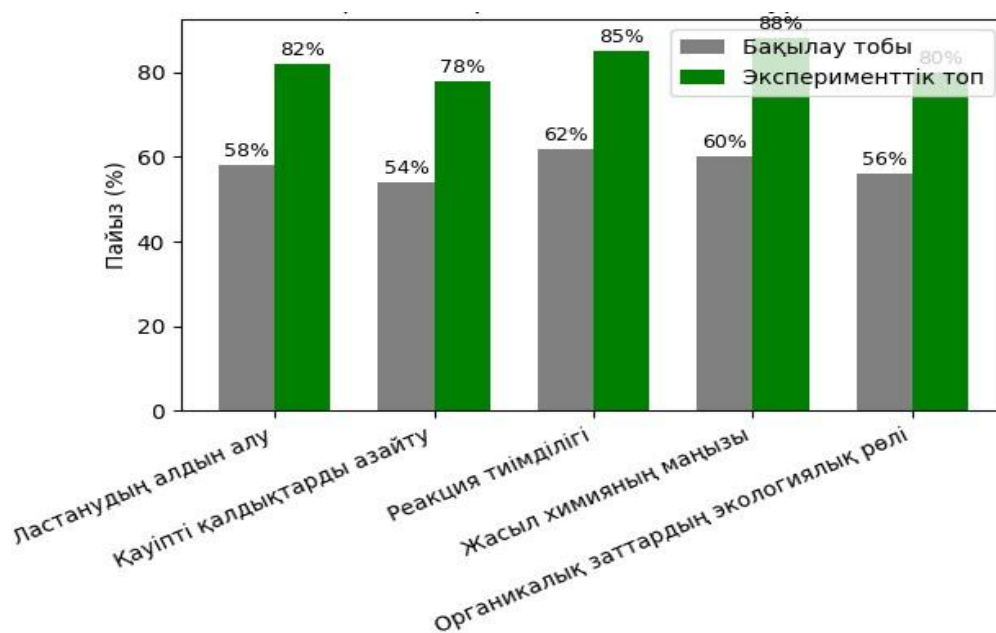
Кесте 1. Эксперименттік және бақылау топтарының сауалнама нәтижелері

Бағалау көрсеткіштері	Бақылау тобы (%)	Эксперименттік тобы (%)
Сабаққа қызығушылық артты	68	90
Жасыл химия принциптері ұғымы қалыптасты	62	85
Экологиялық жауапкершілік дағдылары	58	80
Органикалық химияның жаңа қырларын меңгеру	54	78
Интерактивті платформалар пайдалы болды	60	88

Алынған нәтижелер эксперименттік топта:

- сабаққа қызығушылықтың артқанын;
- органикалық химияның жаңа қырларын меңгеру деңгейінің жоғарылағанын;
- экологиялық жауапкершілік пен қауіпсіз ойлау дағдыларының қалыптасқанын көрсетті.

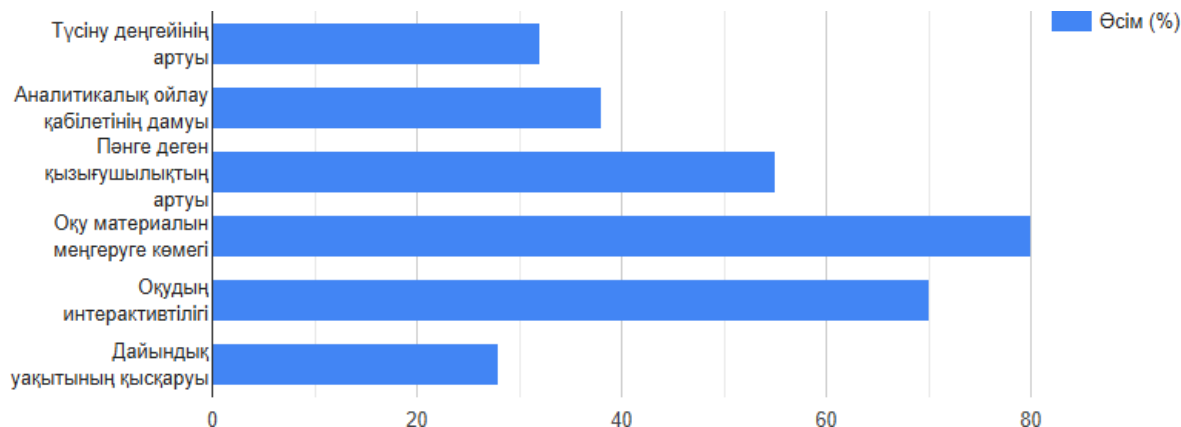
Сонымен қатар, органикалық реакциялардың тиімділігін экологиялық тұрғыдан бағалау көрсеткіші эксперименттік топта 85%-ға жетіп, бақылау тобынан (62%) айтарлықтай жоғары болды. Жасыл химияның маңызын түсіну деңгейі эксперименттік топта 88%-ды құрап, бақылау тобымен салыстырғанда (60%) айқын басымдық көрсетті. Бұл студенттердің органикалық синтез процестерін қауіпсіз және тұрақты даму қағидалары тұрғысынан қабылдай бастағанын көрсетеді.



Сурет 1 – Эксперименттік және бақылау топтарының сауалнама нәтижелері

2-суретте экологияландырылған органикалық химия курсын оқыту барысында бақылау және эксперименттік топтардың оқу нәтижелерінің салыстырмалы көрсеткіштері берілген. Диаграмма деректері эксперименттік топта барлық көрсеткіштер бойынша бақылау тобымен салыстырғанда жоғары пайыздық нәтижелер тіркелгенін көрсетеді. Органикалық заттардың экологиялық рөлін, соның ішінде метанның биототығуы, органикалық еріткіштердің қоршаған ортаға әсері және көмірсутектердің биосферадағы айналымын түсіну көрсеткіші эксперименттік топта 80%-ға жетсе, бақылау тобында бұл мән 56% болды.

Атап айтқанда, ластанудың алдын алу мәселелерін түсіну деңгейі эксперименттік топта 82%-ды құраса, бақылау тобында бұл көрсеткіш 58% деңгейінде қалды. Қауіпті химиялық қалдықтарды азайту және басқару бойынша эксперименттік топтың нәтижесі 78%, ал бақылау тобында 54% болды. Бұл экологияландырылған мазмұн мен онлайн ресурстарды қолданудың студенттердің экологиялық санасын арттыруға ықпал еткенін дәлелдейді.



Сурет 2 – Онлайн ресурстардың білім сапасына әсері туралы эксперимент нәтижелері

2 – суретте көріп отырғанымыздай студенттердің оқу материалын қабылдау деңгейін арттыруда онлайн білім беру платформаларының ықпалы айқын байқалды. Сауалнама қорытындыларына сәйкес, қатысушылардың 80%-ы платформаларды оқу мазмұнын тиімді меңгеруге елеулі көмек көрсеткенін, ал 67%-ы технологиялардың оқу үдерісін неғұрлым тартымды әрі интерактивті еткенін атап өтті. Сонымен қатар, цифрлық білім беру ресурстарын қолдана оқыту студенттердің деректерді талдау қабілеттерін дамытуға оң әсер ететіні анықталды.

Зерттеу нәтижелері оқу процесінде қолдану сабақтарға дайындалу уақытын шамамен 25%-ға қысқартуға мүмкіндік бергенін көрсетті. Бұл, ең алдымен, күрделі оқу материалдарының интерактивті және визуалдық форматта ұсынылуымен түсіндіріледі, нәтижесінде оқушылар ақпаратты жылдам әрі тиімді қабылдай алды.

**Талқылаулар.** Эксперименттік сабақтарды ұйымдастыру барысында органикалық қосылыстарды оқыту табиғаттағы айналымдармен, биосферадағы рөлімен және экологиялық аспектілерімен байланыстыра жүргізілді. Мәселен, метанды зерттеу кезінде студенттерге:

- биосферадағы рөлі,
- табиғи газдың негізгі компоненті ретіндегі маңызы,
- биотехнологияда (биогаз алу, метан түзуші бактериялар) қолданылуы,
- органикалық синтездегі бастапқы шикізат ретіндегі маңызы туралы кеңейтілген ақпарат берілді.

Бұл тақырыпты меңгеру барысында эксперименттік топта онлайн платформалар (виртуалды зертханалар, интерактивті симуляциялар) қолданылып, студенттер метанның жану реакциясын, парниктік әсерге ықпалын және экологиялық салдарын модельдеу арқылы талдады. Мұндай тәсіл студенттердің тек теориялық білімін ғана емес, химиялық құбылыстарды экологиялық тұрғыдан бағалау қабілетін де дамытуға ықпал етті. Эксперименттік топта сабақтар талдау, салыстыру және қорытынды жасауға бағытталған тапсырмалармен толықтырылды. Студенттер органикалық заттардың табиғи ортаға әсерін анықтап, экологиялық қауіпсіз баламаларды ұсынуға үйренді. Ал бақылау тобында бұл тақырыптар қысқаша теориялық деңгейде ғана қарастырылды.

Алынған деректерді басқа зерттеулермен салыстыра отырып және халықаралық тәжірибе тұрғысынан талдағанда, біздің нәтижелеріміз әлемдік білім беру саласындағы негізгі үрдістермен сәйкес келетіні байқалады. Атап айтқанда, Стэнфорд университетінде жүргізілген зерттеулер жасанды интеллект көмегімен оқыту студенттердің оқу жетістіктеріне оң ықпал ететінін дәлелдеген. Бұл зерттеулерде AI технологияларын қолдану когнитивтік қабілеттерді дамытуға, соның ішінде проблемалық ойлау мен деректермен жұмыс істеу дағдыларын жетілдіруге мүмкіндік беретіні көрсетілген [19].

Сондай-ақ, Гарвард университетінің білім беру саласындағы ғылыми еңбектерінде жасанды интеллектке негізделген дербестендірілген оқыту жүйелерінің оқу тиімділігін арттырумен қатар, студенттердің пәнге деген қызығушылығы мен уәжін шамамен 40%-ға дейін жоғарылататыны анықталған [20].

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер экологияландырылған органикалық химия курсы мен онлайн білім беру платформаларын қолдануға негізделген оқыту моделінің дәстүрлі оқыту әдістеріне қарағанда тиімді екенін көрсетті. Эксперименттік топ студенттері органикалық химияны тек теориялық пән ретінде емес, табиғатпен және тұрақты даму мәселелерімен тығыз байланысты ғылым саласы ретінде қабылдады. Экологияландыруды енгізу жоғары оқу орындарында білім сапасын арттырады және студенттердің экологиялық жауапкершілігін қалыптастырады. Зерттеулер көрсеткендей, жасыл химия принциптері мен экологиялық аспектілерді оқыту студенттердің химиялық процестерді түсінуін тереңдетеді және олардың ғылыми- зерттеу дағдыларын дамытады [18]. Сонымен қатар, студенттер жасыл химия тақырыптарын оқып, болашақта экологиялық тұрақты технологияларды таңдауға дайын болады.

**Қорытынды.** Органикалық химияны жоғары оқу орындарында экологияландыру – болашақ мамандарды экологиялық сауатты, жауапты және ғылымды тұрақты даму негізінде қолданатын кәсіби тұлға ретінде қалыптастырудың маңызды стратегиясы. Экологияландыру оқу бағдарламасына жасыл химия принциптерін енгізу, лабораториялық практикаларды экологиялық тұрғыдан бейімдеу және пәнаралық көзқарасты қолдануды талап етеді. Бұл тәсіл студенттердің теориялық білімін практикамен ұштауға, экологиялық мәселелерге бейімделуге және химиялық білімнің қоғам мен қоршаған ортаға әсерін түсінуге мүмкіндік береді.

#### *Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

1. Архарбекова М., Ташенов Е. *Принципы зелёной химии в учебной лаборатории по органической химии: экологически безопасный синтез бананового масла и аспирина // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилёва. Серия: Химия. География. Экология. – 2024. – №1(146). – С. 32-42. <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-146-1-32-42>*

2. Сейтжанов А.Ф., Тренова А.Е. *Основы формирования экологических знаний и образования в курсе органической химии. – 2024. – 184 с.*

3. Алматова Н. *Биология және химия пәндерін оқытуда экологиялық ғылымдарды интеграциялаудың инновациялық стратегиялары // Eurasian Science Review. – 2025. – №2. – С. 24-31.*

4. Aubrecht K.B. et al. *Integrating green chemistry in the curriculum: Building student skills in systems thinking, safety, and sustainability // Journal of Chemical Education. – 2019. – Т. 96. – №12. – С. 2872-2880. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354>*

5. Grieger K., Hill B., Leontyev A. *Exploring curriculum adoption of green and sustainable chemistry in undergraduate organic chemistry courses: results from a national survey in the United States // Green Chemistry. – 2022. – Т. 24. – №22. – С. 8770-8782. <https://doi.org/10.1039/D2GC02999E>*

6. Timmer B. J. J. et al. *Simple and effective integration of green chemistry and sustainability education into an existing organic chemistry course* // *Journal of Chemical Education*. – 2018. – Т. 95. – №8. – С. 1301-1306. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00720>
7. *Green Chemistry Teaching Modules*. – Washington, DC: American Chemical Society, 2025. – 240 p.
8. Суравегина И.Т., Сенкевич В.М. *Экология и мир: Методическое пособие для учителя* // М.: Новая школа. – 1994. – 160 с.
9. Янишин А.Л., Мелуа А.И. *Уроки экологических просчетов*. – М.: Мысль. – 1991. – 240 с.
10. Горелов А.А. *Концепция современного естествознания: курс лекций*. – М.: Центр, 2002. – 320 с.
11. Андруз Д. и др. *Введение в химию окружающей среды* // Пер с англ/Ред Г.А. Заварзина Москва: Мир. – 1999. – 280 с
12. Вербицкий А.А. *Основы концепции развития непрерывного экологического образования* // *Педагогика*. – 1997. – №6. – С. 12-18.
13. Бродский А.К. *Краткий курс общей экологии*. – Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ДЕАН», 2001. – С. 224-224.
14. Криворучкина Л.В. *Экологическое образование в школьном курсе химии. Российский менталитет в системе Российского образования (часть III)*. – Оренбург, –2006. – С. 115-120.
15. Кузьменок Н.М., Стрельцов Е.А., Кумачев А.И. *Экология на уроках химии*. Минск: Красикопринт, – 1996. – 208 с.
16. Ефимова Е.В. и др. *Об экологической составляющей химического образования* // *Химия в школе*. – 2003. – №9. – С. 25-30.
17. Опаловский А.А. *Планета Земля глазами химика*. Москва: Наука, – 1990. – 256 с.
18. Матвеева А.В. *Экологизация школьного курса химии* // *Известия Алтайского отделения Русского географического общества*. – 2017. – №1(44). – С. 90-96.
19. Разакова Д.И., Орынбет П.Ж. *Қазақстанда жасанды интеллект пен автоматизацияның экономикалық әсері* // *Туран университетінің хабаршысы*. – 2024. – №19(1). – С. 132-145.
20. Дүйсенқұл А.Ф., Оспанова Ж.А. *Жаһандану жағдайында геосаяси шиеленістер және жасанды интеллекттің рөлі* // *Журнал актуальных исследований*. – 2023. – №8(3). – С. 52-70.
21. Красновская В.А., Жлобо Т.И. *Роль и место самостоятельной работы обучающихся в образовательном процессе* // *Актуальные проблемы реализации образовательных программ направления образования «Пограничная безопасность»: материалы 4-й заоч. Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 16 мая 2019 г./ГУО «ИПС РБ»; редкол.: АВ Козыревский [и др.]*. – Минск: ГУО «ИПС РБ», 2019. – 122 с. – 2019. – С. 20.

#### References:

1. Arkharbekova, M., Tashenov, Y. *Principles of green chemistry in the organic chemistry teaching laboratory: environmentally benign synthesis of banana oil and aspirin* // *Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology Series*, 2024, no. 1(146), pp. 32-42. <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-146-1-32-42>
2. Seitzhanov, A.F., Trenova, A.E. *Bases of formation of ecological knowledge and education in the organic chemistry course*. 2024. – 184 p.
3. Almatova, N. *Innovative strategies for integrating environmental sciences into biology and chemistry teaching* // *Eurasian Science Review*. – 2025. – №2. – P. 24-31.
4. Aubrecht K.B. et al. *Integrating green chemistry in the curriculum: Building student skills in systems thinking, safety, and sustainability* // *Journal of Chemical Education*. – 2019. – Т. 96. – №12. – pp. 2872-2880. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354>
5. Grieger K., Hill B., Leontyev A. *Exploring curriculum adoption of green and sustainable chemistry in undergraduate organic chemistry courses: results from a national survey in the United*

*States //Green Chemistry.* – 2022. – Т. 24. – №22. – pp. 8770-8782.  
<https://doi.org/10.1039/D2GC02999E>

6. Timmer B. J. J. et al. *Simple and effective integration of green chemistry and sustainability education into an existing organic chemistry course //Journal of Chemical Education.* – 2018. – Т. 95. – №8. – pp. 1301-1306. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00720>

7. *Green Chemistry Teaching Modules.* Washington, DC: American Chemical Society, 2025. – 18 p.

8. Suravegina, I.T., Senkevich, V.M. *Ecology and the World: Methodological Guide //Moscow: Novaya Shkola Publ., 1994, - 160 p.*

9. Yanshin, A.L., Melua, A.I. *Lessons of Environmental Miscalculations.* Moscow, Nauka Publ., 1991, - 240 p.

10. Gorelov, A.A. *Concept of Modern Natural Science: Lecture Course.* Moscow: Tsentr Publ., 2002, - 320 p.

11. Andruz, J. *Introduction to Environmental Chemistry //Moscow: Mir Publ., 1999, - 280 p.*

12. Verbitsky, A.A. *Foundations of the concept of continuous environmental education development //Pedagogy, 1997, no. 6,- pp. 12-18.*

13. Brodsky A.K. *A short course in general ecology. – Limited Liability Company "DEAN Publishing House", 2001, pp. 224-224.*

14. Krivoruchkina L.V. *Environmental education in the school chemistry course. The Russian mentality in the Russian education system (part III).* Orenburg, 2006. pp. 115-1120.

15. Kuzmenok N.M., Streltsov E.A., Kumachev A.I. *Ecology in chemistry lessons.* Minsk: Krasikoprint, 1996. 208 P.

16. Yefimova E.V. and others. *About the ecological component of chemical education //Chemistry at school. - 2003. – No. 9. – pp. 25`-30.*

17. Opalovsky A.A. *Planet Earth through the eyes of a chemist.* Moscow: Nauka Publ., 1990. 256 p.

18. Matveeva A.V. *Ecologization of the school chemistry course //Proceedings of the Altai branch of the Russian Geographical Society. – 2017. – №1(44). - pp. 90-96.*

19. Razakova D. I., Orynbet P. *Zh. Kazakhstan Kazakhstan Intellectuallyk ekonomikalyk Aseri // Turan universitetin Khabarshysy. – 2024. –№19(1). – pp. 132-145.*

20. Duisen Kul A. G. Ospanova J. A. *geopolitipich.shielenisteryn zhahandyn intellectuals // Journal of current research. – 2023. – №8(3). – pp. 52-70.*

21. Krasnovskaya V. A., zhlobo T. I. *the role and place of independent work of students in the educational process //actual problems of the implementation of educational programs in the field of education "border security": materials of the 4th correspondence course. International scientific method. Conference, Minsk, May 16, 2019/GUO "IPS RB"; editor: S. Kozyrevsky [et al.].- Minsk: GUO "IPS RB", 2019. - 122 p.-2019. - p. 20.*