

Р.Г. Рыскалиева^{1*}, **А. Уәли²**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: roza12_11_64@mail.ru

**«ГАЛУРГИЯНЫҢ ҚОЛДАНБАЛЫ АСПЕКТІЛЕРІ»
ПӘНІН ОҚЫТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Мақалада жоғары оқу орындарында оқытылатын «Галургияның қолданбалы аспектілері» атты пәннің маңыздылығы мен оқыту барысындағы ерекшеліктері жан-жақты қарастырылады. Бұл пән галургия ғылымының негіздерін, яғни табиғи түрде кездесетін еритін тұздарды алғашқы өңдеу, оларды өндіру мен пайдаланудың технологиялық әдістерін үйретуге бағытталған. Химиялық технология саласына жататын бұл бағыт бүгінгі өндірістік және ғылыми үдерістермен тығыз байланысты болғандықтан, студенттерге оны тиімді меңгерту – аса маңызды міндеттердің бірі. Пән мазмұны студенттердің теориялық білімдерін тереңдетіп қана қоймай, оларды нақты өндірістік міндеттерді шешуге бейімдейді. Мақалада осы пәнді оқыту арқылы білім алушылардың пәндік құзіреттіліктерін дамыту жолдары сипатталады. Атап айтқанда, студенттерге галургиялық әдіс-тәсілдерді тәжірибеде қолдана білуге, зертханалық жұмыстар нәтижесін талдауға, алынған мәліметтерді дұрыс түсіндіруге үйретудің қажеттілігі айқын көрсетілген. Сонымен қатар, бұл пәнді меңгеру арқылы болашақ мамандардың ақпаратпен жұмыс істеу, түрлі проблемалық жағдаяттарды шешу, ойларын нақты әрі жүйелі жеткізу сияқты түйінді құзіреттіліктерді игеруіне жағдай жасалатыны баяндалады. Пән аясында орындалатын құзіреттілікке бағытталған тапсырмалар студенттердің дербес ойлауын, кәсіби тұрғыда дамуын және практикалық білімін шыңдауға бағытталған.

Түйін сөздер: галургия, оқыту технологиясы, пәндік құзіреттілік, гравитациялық, термиялық байыту, минералдар, тығыздық.

R.G. Ryskaliyeva^{1*}, A. Uali²

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: roza12_11_64@mail.ru

Features of teaching the discipline «Applied aspects of galurgy»

The article examines in detail the significance and features of teaching the subject “applied aspects of Galurgy” taught in universities. This discipline is aimed at teaching the basics of halurgic science, that is, technological methods of primary processing, production and use of natural soluble salts. Since this field of chemical technology is closely related to modern industrial and scientific processes, its effective development is one of the most important tasks for students. The content of the discipline not only deepens students’ theoretical knowledge, but also adapts it to solving specific production tasks. The article describes the ways of developing students’ subject competencies through the study of this discipline. In particular, the necessity of teaching students the ability to apply galurgical methods in practice, analyze the results of laboratory work, and correctly interpret the data obtained is clearly demonstrated. In addition, it will be said that mastering this discipline will allow future specialists to master such key competencies as working with information, solving various problem situations, and clearly and systematically presenting their thoughts. Competence-oriented tasks performed within the framework of the discipline are aimed at improving independent thinking, professional development and practical knowledge of students.

Key words: galurgy, learning technology, subject competence, gravity, thermal enrichment, minerals, density.

Р.Г. Рыскалиева*, А. Уали

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: roza12_11_64@mail.ru

Особенности преподавания дисциплины «Прикладные аспекты галургии»

В статье рассматривается значимость и особенности преподавания предмета «Прикладные аспекты Галургии», преподаваемого в вузах Казахстана. Эта дисциплина направлена на обучение основам галургической науки, то есть технологическим методам первичной переработки, про-

изводства и использования природных растворимых солей. Так как данное направление, относящееся к области химической технологии, тесно связано с современными производственными и научными процессами, то для студентов его эффективное освоение – одна из важнейших задач. Содержание дисциплины не только углубляет теоретические знания студентов, но и адаптирует их к решению конкретных производственных задач. В статье описываются пути развития предметных компетенций обучающихся через изучение данной дисциплины. В частности, наглядно показана необходимость обучения студентов умению применять на практике галургические методы, анализировать результаты лабораторных работ, правильно интерпретировать полученные данные. Кроме того, будет рассказано, что освоение данной дисциплины позволит будущим специалистам овладеть такими ключевыми компетенциями, как работа с информацией, решение различных проблемных ситуаций, четкое и систематическое изложение своих мыслей. Компетентностно-ориентированные задания, выполняемые в рамках дисциплины, направлены на повышение самостоятельного мышления, профессионального развития и практических знаний студентов.

Ключевые слова: галургия, технология обучения, предметная компетентность, гравитационное, термическое обогащение, минералы, плотность.

Кіріспе

Қазіргі уақытта еліміздің жер қойнауындағы минералды ресурстарды ұтымды әрі тиімді пайдалану – заман талабына сай өзекті міндеттердің бірі. Осыған байланысты жоғары оқу орындарында оқытылатын «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәні студенттерге бейорганикалық шикізаттың құрылымын, қасиеттерін және олардың өндірістік маңызын ғылыми тұрғыдан ұғындыруға бағытталған. Бұл пәннің басты мақсаты – студенттердің бейорганикалық материалдар жөніндегі білімін тереңдетіп, олардың физика-химиялық ерекшеліктерін, сол арқылы өндіріс пен өнеркәсіп салаларындағы өзекті мәселелерді саралап, еліміздің экономикалық даму үдерісіне ықпал ету мүмкіндіктерін түсіндіру болып табылады (Рыскалиева, 2018).

Сонымен қатар, курс барысында болашақ мамандар кәсіби деңгейде қажетті пәндік құзыреттерді меңгереді. Оқу мазмұнына сәйкес, білім алушылар галургиялық әдістерді нақты мәселелерді шешу үшін қолдануды, алынған тәжірибелік деректерді талдап, ғылыми тұрғыдан түсіндіруді үйренеді. Студенттер сабақ барысында пәннен алған білімдерін тәжірибелік тапсырмалар арқылы бекітіп, негізгі құзыреттіліктерді – ақпаратты басқару, мәселені шешу және тиімді коммуникация жасау дағдыларын дамытуға машықтанады (Рыскалиева, 2014). Пән аясында қалыптасқан білім мен дағдыны студенттер болашақ кәсіби қызметінде, сондай-ақ күнделікті өмірлік жағдайларда қолдана алатын болады.

Аталған пәнді оқу барысында студенттер галургиялық табиғи шикізаттарды өңдеу мен олардың құрамындағы қоспалардан тазарту жолда-

рын меңгереді. Бұл процестерге мысал ретінде галит пен тенардит минералдарын қарастыруға болады. Сонымен қатар, бейорганикалық қосылыстарды табиғи шикізаттардан бөліп алу, синтездеу үшін онтайлы жағдайларды таңдауды үйрену де пәннің негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Студенттер шикізаттардың қасиеттерін сипаттап, сонымен қатар өндірістік қалдықтарды сипаттай білуі және оларды тиімді өңдеуге бағытталған әдістерді дұрыс тандай алуы қажет. Мұның бәрі «галургия нені зерттейді?», «онда қандай шикізаттар қолданылады?», «бейорганикалық заттарды алуда қандай табиғи ресурстар пайдаланылады?» деген сұрақтарды тереңірек қарастыруды талап етеді. Бұл мәселелерді түсіну үшін білім алушыларда ақпараттық құзыреттілікті қалыптастыру маңызды.

Галургия саласында жиі пайдаланылатын шикізаттардың қатарына калий және натрий тұздары жатады. Мысалы, калий тұздарын байыту әдістерінің бірі – гравитациялық және термиялық өңдеу. Гравитациялық байытуда минералдар тығыздық айырмашылығына байланысты бөлінеді: салыстырмалы түрде жеңіл минералдар (мысалы, сильвин, тығыздығы 1,97–2,00 г/см³) қалқып шығады, ал тығыздығы жоғары минералдар (галит – 2,12–2,17 г/см³, саз – 2,65–2,88 г/см³) шөгіндіге түседі (Рыскалиева, 2019). Мұндай процестер арнайы сепараторлар немесе гидрорциклондар арқылы жүргізіледі.

Пәнді оқыту барысында студенттер өндірістік процестерге қажетті құрылғылар мен жабдықтардың жұмыс принциптерін, минералды шикізатты байыту әдістерін, минералдардың тығыздығын анықтауды және жалпы технологиялық үдерістерді басқару тәсілдерін меңгереді (Рыскалиева, 2000). Бұл білімдер болашақ ма-

мандардың кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруда маңызды рөл атқарады.

Әдебиеттерге шолу

Галургия ғылымының басты мақсаты – минералды тұздарды өндірістік жолмен алу, оларды тазарту және бастапқы өңдеудің тиімді технологияларын әзірлеу болып табылады. Сонымен қатар, пән мазмұны студенттердің кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыруға бағытталған. Атап айтқанда, галургиялық әдістерді таңдай білу, оларды нақты өндірістік жағдайда қолдану, алынған нәтижелерді сараптап, ғылыми қорытындылар жасау – бұл пәннің негізгі міндеттері болып табылады. Бұл салада табиғи тұзды ресурстардан алынатын негізгі өнімдердің қатарына келесі заттар жатады: калий хлориді (KCl), калий сульфаты (K_2SO_4), сондай-ақ күрделі тұздар – шенит ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$) және лангбейнит ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), натрий тұздары – галит (NaCl), тенардит (Na_2SO_4), сода (Na_2CO_3), магний негізіндегі қосылыстар – бишофит ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), Сорель цементі ($Mg(OH)_2$, $MgCO_3$), магний сульфатының гидраттары (мысалы, эпсомит – $MgSO_4 \cdot 7H_2O$), сонымен қатар кальций сульфатының түрлі гидраттары ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$), бром (Br_2), йод (I_2) және олардың қосылыстары, литий, рубидий мен цезий тұздары да маңызды өнімдер қатарына кіреді.

Бұл салаға деген қызығушылықтың артуы – қазіргі өндірістің минералдық ресурстарға деген сұранысымен, сондай-ақ тұз өнеркәсібінің технологиялық дамуына байланысты. Мысалы, минералды тұздарды табиғи көздерден бөліп алу мен байыту үшін әртүрлі физика-химиялық әдістер қолданылады. Олардың қатарында: тұздарды еріту, изотермиялық және политермиялық буландыру, суыту арқылы кристалдандыру, тұндыру және ион алмасу процестері, флотациялық әдістер және басқа да тәсілдер бар. Бұл технологиялар тек табиғи жағдайда ғана емес, арнайы өндірістік жабдықтар мен зауыттық кешендерде де кеңінен қолданылады (Соколов, 2000).

Табиғи тұздар көбінесе жер асты және жерүсті сулардың, сондай-ақ әртүрлі минералдық жыныстардың құрамында кездеседі. Осындай тұздардың ішінде ең көп таралғаны – натрий хлориді, оның үлесі шамамен 77,8%-ды құрайды. Бұдан кейінгі маңызды тұздарға магний хлориді (10,9%), магний сульфаты (4,7%), калий хлориді мен калий сульфатының қосындысы

(2,5%), сондай-ақ кальций карбонаты мен кальций гидрокарбонаты (0,3%) жатады (Аболонин, 2001).

Өндірістік деңгейде тұздарды еріту процестері тек алынатын соңғы өнімнің түріне байланысты ғана емес, сонымен қатар үдерістің кинетикалық сипаттамаларымен де тығыз байланысты болады. Ерітудің тиімділігі мен жылдамдығы қолданылатын техникалық жабдықтарға, олардың конструкциясына, өлшеміне және жалпы өндірістік қуаттылығына тәуелді болады (Высоцкий, 1983). Осыған байланысты, галургия пәнін оқыту барысында минералды заттардың ерігіштік жылдамдығы мен кинетикасына ерекше назар аударылады. Студенттерге тұз кен орындарының құрылымын, тұз қабаттарының типологиясын, өндіру әдістерін (шахталық, ерітінділік) және экологиялық аспектілерін көрсету арқылы олардың кәсіби құзыреттілігі артады. Бұл тақырып студенттердің өндірістік жағдайларда үдерістерді дұрыс ұйымдастырып, тиімді басқару қабілетін дамытуға септігін тигізеді.

Жалпы алғанда, минералды тұздардың ерігіштік кинетикасы олардың химиялық және физикалық табиғатына, бөлшектердің мөлшеріне, ұнтақталу дәрежесіне, ерітінді ортасының құрамына, температураға, сондай-ақ қолданылатын техникалық жабдықтар мен өндірістік талаптарға тікелей тәуелді (Московский, 2013).

Еріту процесінің жылдамдығын сипаттау үшін келесі дифференциалдық теңдеу қолданылады:

$$\frac{dx}{dt} = ks(c - c_x)$$

Мұнда:

$dx - dt$ уақыт ішінде беткі қабаттан еріген тұз мөлшері,

k – еру процесінің жылдамдық коэффициенті,

s – тұздың еріп жатқан бетінің ауданы,

c – тұздың тепе-теңдік кезіндегі ерігіштік концентрациясы,

c_x – ерітіндідегі нақты тұз мөлшері (Ұлттық энциклопедия, 2005).

Көптеген минералды тұздар, мысалы натрий хлориді (NaCl), калий хлориді (KCl), магний хлориді ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), натрий сульфаты (Na_2SO_4), және магний сульфатының кристаллогидраты ($MgSO_4 \cdot 6H_2O$) әдетте классикалық кинетикалық үлгілермен ериді. Дегенмен кейбір тұздар, мысалы $MgSO_4 \cdot H_2O$ және күрделі тұз – $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, диффузиялық емес механизмдермен еруімен ерекшеленеді (Бетехтин, 2018).

Соңғы жылдары галургия саласына қатысты техникалық және инженерлік пәндерді оқытуда бірқатар тиімді әдістемелік тәсілдер белсенді қолданылуда. Бұл тәсілдер білім беру процесінің сапасын арттырып қана қоймай, болашақ мамандардың практикалық және аналитикалық дағдыларын дамытуға да елеулі үлес қосады:

- Интерактивті оқыту әдістері қазіргі заманғы білім беруде кеңінен қолданылады. Броунның (2018) зерттеулеріне сәйкес, геймификация элементтері, кейс-сабақтар мен симуляциялық модельдер арқылы студенттер өндірістік үдерістердің виртуалды модельдеріне тікелей араласып, өз білімдерін тәжірибелік тұрғыда бекітуге мүмкіндік алады.

- Цифрлық білім беру ресурстарының енгізілуі оқу процесін жекелеген студенттердің қабілеті мен қарқынына қарай бейімдеуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл онлайн платформалар мен бейімделмелі білім беру жүйелерінің көмегімен жүзеге асып, оқу үрдісінің тиімділігін арттырады (Смитс, 2020).

- STEM-білім беру моделі түрлі техникалық пәндердің мазмұнын өзара ықпалдастырып, кешенді инженерлік ойлау мен проблемаларды шешу қабілетін қалыптастыруға жағдай жасайды (Тэйлор, 2017).

- Жобалық оқыту әдісі – нақты өндірістік немесе ғылыми жобаларды орындау арқылы студенттердің сыни ойлауын дамытып, практикалық міндеттерді шешу қабілетін жетілдіретін заманауи тәсіл болып табылады (Джонсон, 2019).

Пән мазмұнын экологиялық және экономикалық компоненттермен байыту – заманауи талаптардың бірі. Түз өндірудің қоршаған ортаға әсерін бағалау, қалдықсыз технологияларды енгізу, өнімнің нарықтық құнын есептеу сияқты қолданбалы аспектілер студенттердің болашақта өндірістік процестерді кешенді түрде басқаруына негіз қалайды (Гусев, 2020).

Мысал ретінде, студенттерге кристалдарды еріту үрдісінде қолданылатын физика-химиялық ұқсастық критерийлерімен жұмыс істеу ұсынылады. Бұл кезде төменде келтірілген формулаға сүйеніп есептеулер жүргізу ұсынылады (Металл-материал және минерал журналы, 2013):

$$N_U = K_1 \sqrt[3]{P_r A_r}$$

Мұндағы:

A_r , N_U және P_r – Нуссельт, Прандтль және Архимед критерийлері.

Оларды келесі түрде өрнектеуге болады:

$$N_U = \frac{Kl}{D}, P_r = \frac{V}{D}, A_r = \frac{gl^3}{V^2} \frac{\rho_s - \rho}{\rho}$$

Параметрлердің физикалық мағынасы:

K – еру жылдамдығының коэффициенті (см/сек),

l – кристаллдың сызықтық өлшемі (см),

D – диффузия коэффициенті (см²/сек),

V – кинематикалық тұтқырлық (см²/сек),

q – ауырлық күшінің үдеуі (см/сек²),

ρ_s және ρ – сәйкесінше тұз бен еріткіштің тығыздығы (г/см³) (Борзаковский, 2015).

Оқу барысында студенттер бұл критерийлер арқылы есептеулер жүргізуді үйреніп, ерітіндінің физика-химиялық сипаттамаларын модельдеуге дағдыланады. Әсіресе, сызықтық еріту жылдамдығын қолдану арқылы нақты есептер шығару маңызды:

$$\frac{dl}{dt} = \frac{V}{\rho_s} = \frac{k_v(c - c_x)}{\rho_s} = \frac{dx}{dt} \cdot \frac{1}{s\rho_s}$$

Мұндағы ρ_s – минералдың тығыздығы. Бұл формулалар студенттердің ерітінділермен және кристалдармен жұмыс істегендегі негізгі есептік әдістерді меңгеруіне көмектеседі (Соколов, 2007).

Химия, физика, математика және инженерлік ғылымдар тоғысатын тұста орналасқан STEM бағытындағы тренингтер студенттерге көп компонентті күрделі есептерді шешуге мүмкіндік береді. Атап айтқанда, галургия курсы аясында білім алушылар ерітінділердің физика-химиялық параметрлерін зерттеу мен булану процестерін математикалық түрде сипаттауды қатар меңгереді (Макарова, 2019).

Білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын арттыру үшін интерактивті платформа, симуляторлар және бейнепрезентациялар арқылы оқыту ұсынылады. Бұл әдістер күрделі инженерлік үрдістерді бейнелеп көрсету арқылы түсінікті әрі қызықты форматта білім беруге мүмкіндік жасайды. Мысалы, тұз кенін ерітінділік әдіспен өндіру технологиясын виртуалды симуляция арқылы модельдеу студенттердің ойлау қабілетін дамытады әрі олардың тақырыпты терең түсінуіне жол ашады (Михайлов, 2020).

Сонымен қатар, оқу процесінде жобалық оқытудың рөлі артып келеді. Студенттер шынайы практикалық тапсырмалармен жұмыс істеу арқылы өз білімдерін тереңдетеді. Мысал ретін-

де, жоғары оқу орындарында білім алушылар түзды ерітінділерді тазарту әдістерін модельдейді немесе өндірістік қалдықтарды жоюдың баламалы шешімдерін әзірлейді. Мұндай тапсырмалар теорияны бекітіп қана қоймай, топпен жұмыс істеу, сыни тұрғыда ойлау қабілеттерін де дамытады (Сидоров, 2021).

Бүгінгі күннің маңызды талаптарының бірі – еңбек нарығына бағытталған білім беру. Галургия пәнінің қолданбалы сипаты осы талаптарға толық сәйкес келеді. Зерттеушілер пікірінше, бұл пән өндірістік стандарттар мен технологиялық регламенттерді үйретумен қатар, кәсіби этика, өндірістегі қауіпсіздік ережелері мен басқару негіздеріне де мән беруі тиіс (Шмидт, 2017). «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәні химиялық-технологиялық үдерістер мен экологиялық проблемалар арасына көпір орнатып, студенттердің теориялық білімін тәжірибемен ұштастырады. Курстың мазмұны заманауи өндірістік талаптарға сәйкес келетіндіктен, оның практикалық маңыздылығы артып, болашақ мамандардың кәсіби деңгейі нығая түседі (Яковлев, 2019).

«Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқыту барысында тек теориялық біліммен шектелмей, оны өндірістік жағдайлармен байланыстыру – қазіргі білім беру жүйесінің маңызды талабы. Интерактивті әдістерді, цифрлық технологияларды және жобалық оқытуды қолдану студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, олардың сыни ойлау, талдау және тәжірибеде қолдану дағдыларын жетілдіруге септігін тигізеді (Официнский, 2018). STEM тәсілін ендіру – болашақ мамандардың ғылым мен техниканы ұштастыра отырып, нақты мәселелерге кешенді көзқараспен қарауына жол ашады. Сонымен қатар, галургиялық процестердің экологиялық және өндірістік мәнін түсіну студенттерге бұл саланың маңызын терең сезінуге мүмкіндік береді. Жоғарыда қарастырылған ғылыми еңбектер мен әдістемелер осы пәнді заманауи талаптарға сай оқытудың өзекті тәсілдерін айқындайды. Зерттеулер көрсеткендей, қазіргі кезеңде өндірістік технологиялардың қарқынды дамуына байланысты студенттерге ұсынылатын білім мазмұны да жаңаруды қажет етеді. Галургия пәні нақты өндірістік үрдістерге негізделгендіктен, оқу бағдарламасына өндірістік жүйелердің модельдері, түз кен орындарын игеру технологиялары, қолданылатын техникалық құралдар мен жабдықтар туралы мәліметтер енгізілуі тиіс (Джанг, 2020). Мұндай тәсіл оқу мазмұнының практикалық бағыттылығын күшейтеді.

Зерттеу материалдары және әдістері

Бұл зерттеуде «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқыту әдістемесін жетілдіру мақсатында ғылыми-әдістемелік, өндірістік және статистикалық деректер кешені қолданылды. Материалдық база ретінде Қазақстан Республикасының әртүрлі түз кен орындары бойынша жинақталған геологиялық деректер, жоғары оқу орындарының оқу жоспарлары мен силлабустары, сондай-ақ отандық және шетелдік ғылыми еңбектер алынды. Сонымен қатар, білім беру ұйымдарында аталған пәннің оқытылу барысына талдау жасау үшін оқу процесіне қатысушылармен сауалнама және сұхбат жүргізілді.

«Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқытудың ерекшеліктері туралы

Аталған пәнді зерттеу барысында ғылыми әдістердің екі бағыты – теориялық және практикалық (эмпирикалық) тәсілдер пайдаланылды. Теориялық бөлімде оқытудың мазмұны мен құрылымын зерделеу мақсатында білім беру стандарттары, салалық нормативтік құжаттар, жоғары оқу орындарының оқу жоспарлары және техникалық пәндерді оқыту әдістемесіне қатысты ғылыми еңбектер талданды. Сонымен қатар, білім беру технологияларын қолданудың заманауи бағыттары да ескерілді.

«Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін зерделеу барысында жүйелі талдау әдісі пән мазмұнының ішкі үйлесімділігін, оқыту бөлімдерінің логикалық бірізділігін және оқу мақсаттарының нақты қойылуын бағалауға қолданылды. Бұл әдістің ерекшелігі – пәндік мазмұнды жеке тақырыптарға немесе компоненттерге бөліп қана қоймай, олардың өзара байланысын, кіріктірілу деңгейін және өндірістік талаптарға сәйкестігін кешенді түрде қарастыруда жатыр. Алдымен пәннің мазмұны негізгі бөлімдерге бөлініп, әр тақырыптың мақсаттары мен күтілетін нәтижелері анықталды. Бұл процесс арқылы оқу материалдары арасындағы сабақтастық пен логикалық байланыс деңгейі сараланды. Бұл тәсіл зерттелетін пәннің мазмұнын, мақсаттарын, құрылымын және әдістемелік негіздерін жан-жақты саралап, оны жетілдіруге мүмкіндік береді.

Эмпирикалық зерттеу аясында еліміздің жетекші техникалық жоғары оқу орындарының тәжірибесіне сүйене отырып, галургия саласына байланысты пәндердің оқытылуына бақылау жүргізілді. Сабақ мазмұны, дәрістік және практикалық сабақтардың құрылымы, студенттердің

үлгерімін бағалау әдістері сарапталды. Оқытудың нәтижелілігін арттыру жолдарын анықтау үшін оқытушылар мен білім алушылар арасында сауалнамалар ұйымдастырылып, олардың пікірлері жинақталды.

«Галургияның қолданбалы аспектілері» пәніне арналған оқу-әдістемелік кешен бірнеше негізгі бөліктерден тұрады және әр модульдің өзіндік функциясы бар (Иванов, 2018). Теориялық модульге студенттердің галургия саласындағы базалық білімдерін қалыптастыруға арналған оқу құралдары, анықтамалықтар мен дәріс материалдары енеді. Бұл ресурстар минералды тұздарды өндіру, өңдеу және оларды ғылыми тұрғыдан зерттеу туралы заманауи ақпараттарды қамтиды.

Практикалық модульдің мақсаты – студенттердің теориялық білімін нақты мысалдар арқылы бекіту. Бұл бөлімге жататын тапсырмаларға семинарлық талқылаулар, есептер шығару және шағын жобалық жұмыстар кіреді. Мысалы, студенттер түз ерітінділеріндегі кристалдану үдерісін математикалық тұрғыда сипаттап, өндірістік аппараттардағы булану процестерін модельдеу дағдыларын меңгереді. Мұндай тәсілдер болашақ мамандардың кәсіби ойлау қабілетін дамытуға және алған білімдерін нақты өндірістік жағдайда қолдануға мүмкіндік береді.

Эксперименттік кезең аясында «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәні бойынша авторлық оқу-әдістемелік кешен әзірленіп, оқу процесінде тәжірибелік түрде сынақтан өткізілді. Бұл кешенді жобалауда білім алушылардың белсенді қатысуына мүмкіндік беретін оқытудың интерактивті форматтары, атап айтқанда, проблемалық оқыту әдістері және нақты өндірістік жағдайларды ескеретін кейс-тапсырмалар жүйесі қолданылды.

Пән мазмұнына құзыреттілікке негізделген тәсіл енгізілді, оның басты мақсаты – студенттердің тек теориялық біліммен шектелмей, практикалық шеберлікке, сындарлы ойлауға және кәсіби жағдайда шешім қабылдау дағдыларына ие болуын қамтамасыз ету (Галургияның қолданбалы аспектілері, 2021). Бұл бағытта студенттерге галургиялық процестердің технологиялық схемаларын сараптап, оларды жетілдіруге бағытталған ұсыныстар жасау тапсырылды.

Жобаланған оқу материалының ерекшелігі – теориялық түсініктерді бірден практикалық әрекеттермен бекіту. Мысалы, студенттер түз ерітінділерінің физика-химиялық сипаттамаларын зерттегеннен кейін, оларды тазарту немесе

қоюландыру үдерістеріне қатысты нақты есептерді шығарып, алынған нәтижелерді өндірістік тұрғыдан талдайды. Мұндай интеграцияланған тәсіл пәнді терең меңгеруге ықпал етеді (Жоғары білімнің мемлекеттік стандарты, 2022).

Оқытудың тиімділігін бағалау мақсатында жаңа әдістеме бойынша білім алған топтар мен дәстүрлі оқыту әдістерін қолданған студенттер нәтижелері салыстырылып, талданды. Жиналған мәліметтер математикалық статистика әдістері арқылы өңделіп, студенттердің оқу жетістіктеріндегі айырмашылықтардың маңыздылығы анықталды. Бұл әдіс ұсынылған оқыту кешенінің білім сапасын арттыруға нақты ықпалын дәлелдеді.

Жүргізілген зерттеу жұмысы «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқытуда қолданылатын әдістердің тиімділігін кешенді түрде талдауға бағытталып, білім беру үдерісін жетілдірудің мүмкін бағыттарын айқындауға жол ашты.

Тәжірибелік кезеңнің негізгі мақсаты – жаңадан жасалған оқу-әдістемелік кешеннің (ОӘК) студенттердің теориялық білімді меңгеруі мен практикалық дайындық деңгейіне тигізетін ықпалын сараптау болды.

Зерттеу шеңберіндегі тәжірибенің әдістемелік негіздері:

Педагогикалық тәжірибеге әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің 4-курс студенттері тартылды. Эксперимент алдында қатысушылардың бастапқы білім деңгейі диагностикалық тестілеу арқылы анықталды. Бұл бастапқы деректер тәжірибенің соңындағы нәтижелермен салыстырылып, білім өсімін объективті бағалауға мүмкіндік берді.

Қолданылған педагогикалық әдістер:

- Бақылау әдісі: Оқу үдерісінде студенттердің белсенділігі мен оқу тапсырмаларын орындау деңгейі тұрақты түрде қадағаланды.

- Диагностикалық бағалау: Теориялық білімнің динамикасын бағалау үшін тәжірибе басында және соңында екі кезеңдік тестілеу жүргізілді.

- Сауалнама жүргізу: Студенттерге жаңа оқыту формалары мен әдістемелік материалдардың қолайлылығы мен тиімділігі туралы пікір білдіру ұсынылды. Бұл сапалы кері байланысты қамтамасыз етіп, оқу үдерісінің әлсіз тұстарын анықтауға мүмкіндік берді.

Жоғарыда аталған әдістердің үйлесімді қолданылуы зерттеудің ғылыми негізділігі мен практикалық маңыздылығын қамтамасыз етті. Зерттеу нәтижелері білім беру процесін жетіл-

діруге бағытталған нақты ұсыныстар жасауға мүмкіндік берді.

Тәжірибе нәтижелері студенттердің пәнге қызығушылығының артқанын, практикалық тапсырмаларды орындау кезінде өздігінен шешім қабылдау деңгейінің жоғарылғанын көрсетті. ОӘК-нің мазмұндық және құрылымдық ерекшеліктері оқытудың нәтижелілігін арттыруға нақты үлес қосты.

Педагогикалық тәжірибені ұйымдастыру

«Галургияның қолданбалы аспектілері» пәні бойынша жүргізілген педагогикалық тәжірибе білім алушылардың теориялық білімін тереңдетіп, практикалық дағдыларын қалыптастыруға бағытталған бірнеше жұмыс түрін қамтыды. Бұл тәжірибе қазіргі заманғы оқыту әдістерін қолданудың тиімділігін нақты мысалдар арқылы дәлелдеуге негізделді (Томас, 2021).

1. Проблемалық оқыту форматы

Тәжірибеде студенттерге өндірістік жағдайға негізделген нақты, бірақ толық ақпарат берілмеген тапсырмалар ұсынылды. Бұл тәсіл оқушыларды мәселені өз бетінше талдауға және шешім қабылдауға ынталандырады. Мысалы, бір кәсіпорын тазартылған тұздың шығымы төмен екендігін атап өтеді. Студенттердің міндеті – осы проблеманың ықтимал себептерін анықтау, оны жою жолдарын ұсыну және таңдалған шешімдерді дәлелдеу. Сол сияқты, «Буландыру процесінде энергия шығынын азайту үшін қандай тәсілдер қолдануға болады?» немесе «Соңғы өнімнің сапасын жақсарту жолдары қандай?» деген сұрақтар қойылып, студенттер нақты шешімдер ұсынды. Бұл әдіс теорияны іс жүзінде қолдану мен аналитикалық ойлауды дамытуға мүмкіндік берді.

2. Жобалық жұмыс және кейс әдісі

Студенттер шағын топтарда жұмыс істеп, нақты өндірістік тапсырмаларды шешумен айналысты. Жобалар шынайы кәсіпорындардан алынған мәліметтерге негізделді (Робертс, 2019). Сонымен қатар, кейс әдісі қолданылды, мұнда әр топ технологиялық ақауларды зерттеп, тиімді шешу жолдарын ұсынды. Мұндай тәжірибе студенттердің инженерлік және логикалық ойлауын жетілдірумен қатар, ұжымда жұмыс істеу қабілетін де нығайтты.

3. Қорытынды бақылау түрлері

Оқу нәтижелерін бағалау дәстүрлі тестілеумен шектелмей, бірнеше құрамдас бөліктен тұрды: жобаларды қорғау, практикалық тапсырмаларды орындау және күрделі өндірістік жағдайларды талдау (Джао, 2018). Мысалы,

студенттерге «Өндіріс барысында соңғы өнім ластанып кетті. Оның себебін анықтап, мәселені жою бойынша нақты ұсыныстар беріңіз» деген жағдай ұсынылды. Бұл тапсырма студенттердің тек пәнді меңгеруін ғана емес, сонымен қатар аналитикалық қабілеті мен шешім қабылдау машығын бағалауға бағытталды.

Жалпы алғанда, жүргізілген педагогикалық тәжірибе жаңа оқу-әдістемелік кешеннің тиімділігін дәлелдеді. Интерактивті әдістерді, цифрлық ресурстарды және жобалық оқытуды енгізу студенттердің белсенділігін арттырып қана қоймай, білім сапасын, практикалық дағдысын және шығармашылық әлеуетін айтарлықтай жоғарылатты.

Нәтижелер және талдау

Жүргізілген зерттеу барысында «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқытуда дәстүрлі тәсілдер мен заманауи педагогикалық технологиялардың тиімділігі салыстырмалы түрде бағаланды. Бұл салыстыру студенттердің білімді игеру деңгейінде қандай әдістеменің анағұрлым нәтижелі екенін сандық түрде анықтауға мүмкіндік берді.

Сараптама жасау мақсатында екі оқу тобы құрылды:

- А тобы – классикалық оқыту тәсілдерімен (дәстүрлі дәрістер мен семинарлар арқылы) оқытылған студенттер;

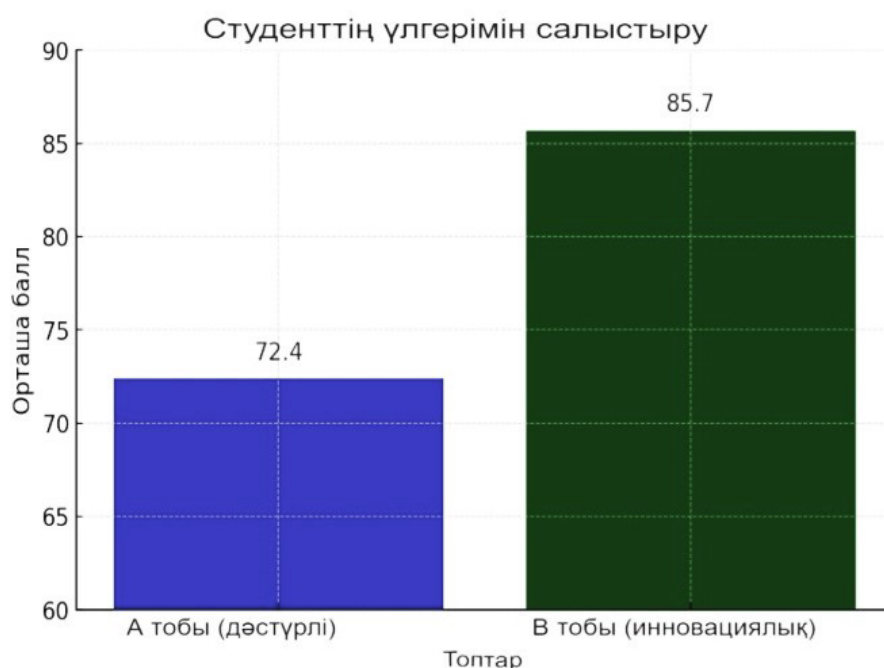
- В тобы – заманауи әдістер (проблемалық оқыту, жобалық әдіс, кейс-талдау) қолданылған эксперименттік топ.

Зерттеу соңында екі топ та қорытынды тестілеуден өтті. Бұл тест материалды меңгеру деңгейін объективті бағалауға негіз болды. Нәтижелер төмендегі 1-кестеде ұсынылған.

1-кесте – Қорытынды тест нәтижелері

Топтар	Орташа балл	Стандартты ауытқу
А тобы (дәстүрлі)	72,4	8,2
В тобы (инновациялық)	85,7	6,5

1-суретте А және В топтарының оқу үлгерімдерінің салыстырмалы диаграммасы көрсетілген. В тобы (инновациялық әдістермен оқытылған) студенттерінің орташа балы А тобына қарағанда айтарлықтай жоғары екенін байқауға болады. Бұл инновациялық оқыту тәсілдерінің тиімділігін дәлелдейді.



1-сурет – Бақылау және эксперименттік топтардың орташа баллдарын салыстыру

Диаграмма нәтижелері инновациялық әдістер қолданылған В тобының студенттері дәстүрлі тәсілмен оқытылған А тобының студенттерінен әлдеқайда жоғары нәтижеге қол жеткізгенін айқын көрсетеді. Жаңа оқыту технологиялары енгізілген студенттердің орташа балы дәстүрлі әдіспен оқытылған топпен салыстырғанда 13,3 баллға артық болды. Статистикалық талдау нәтижесінде алынған t-критерийінің мәні ($t=6,96$) және р-мәнінің 0.05-тен төмен болуы бұл айырмашылықтың статистикалық тұрғыдан маңыздылығын дәлелдейді. Бұл «Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқытуда заманауи білім беру әдістерінің тиімді екенін растайды.

Проблемалық оқыту, жобалық тәсілдер мен кейс-әдістерді қолдану студенттердің материалды меңгеру деңгейін айтарлықтай жақсартқаны байқалды. Бұдан бөлек, жүргізілген сауалнама нәтижелері эксперименттік топтағы студенттердің 78%-ы ұсынылған әдістемені дәстүрлі тәсілдермен салыстырғанда анағұрлым қызықты әрі пайдалы деп бағалағанын көрсетті.

Жалпы алғанда, жасалған оқу-әдістемелік кешен оқу процесін жандандырып қана қоймай, студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, теориялық білімді тереңірек түсінуге және оны практикамен ұштастыруға зор мүмкіндік берді.

Қорытынды

«Галургияның қолданбалы аспектілері» пәнін оқыту тәжірибесін талдау барысында осы бағыттағы білім беру сапасына әсер ететін бірқатар маңызды факторлар анықталды. Оқытуда тиімді әдістерді пайдалану және қазіргі заманға сай технологияларды енгізу – оқу процесінің мазмұнын тереңдетіп, студенттердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға зор мүмкіндік береді.

Компьютерлік технологияларға негізделген жеке әдістемелерді қолдану оқу мақсаты мен контекстіне сай ұйымдастырылуы қажет. Жеке тәсілдерді ұтымды қолдану оқу үдерісін жандандырып, білім алушылардың белсенділігін арттыра алады.

Зерттеудің басты қорытындылары төмендегідей:

1. Инновациялық әдістердің артықшылығы.

Жаңаша оқыту технологияларын енгізу – студенттердің оқу материалын меңгеру деңгейін едәуір жақсартты. Бұл эксперименттік және бақылау топтары арасындағы айырмашылықтарды талдау нәтижесінде расталды. Атап айтқанда, инновациялық тәсілдермен оқытылған студенттердің орташа нәтижесі дәстүрлі оқыту әдістерін қолданғандарға қарағанда 13,3 баллға жоғары болды. t-критерий бойынша есептеулер

бұл айырмашылықтың статистикалық маңыздылығын ($t=6,96$, $p<0.05$) дәлелдеді.

2. Практикалық жұмыстардың маңызы.

Семинарлар мен практикалық сабақтар – студенттердің теориялық білімдерін нақты өндірістік жағдайлармен байланыстырып бекітуге септігін тигізді. Олар оқу барысында туындайтын проблемаларды шешу үшін қажетті аналитикалық және қолданбалы дағдыларды дамытуға ықпал етті. Болашақта оқу үдерісін одан әрі жетілдіру үшін студенттерді белсенді қатыстыруға бағытталған әдістерді кеңейте түсу маңызды.

3. Пәнаралық байланыстың қажеттілігі.

Галургиялық процестерді тиімді түсіну үшін әртүрлі ғылым салаларының тоғысындағы білім мен әдістерді біріктіру қажет екені анықталды. Мұндай көпсалалы тәсіл студенттердің пәнді

терең меңгеруіне және нақты технологиялық мәселелерді кешенді тұрғыдан қарастыруына мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде өндірістік міндеттерді шешуге қабілетті жоғары білікті мамандарды даярлауда маңызды рөл атқарады.

Қорыта келгенде, жүргізілген зерттеу жұмыстары галургия пәнін оқытуда инновациялық әдістерді енгізудің оң әсерін көрсетті. Оқу әдістемелерін үнемі жетілдіріп, заманауи білім беру құралдарын тиімді қолдану – білім сапасын арттырудың негізгі шарты. Соңғы жылдары бұл пәнді оқытуда дәріс, сұхбат, пікірталас, есеп шығару, жобалық-зерттеу жұмыстары сияқты әртүрлі педагогикалық тәсілдер қолданылып келеді. Әсіресе өндірістік бағыттағы есептерді шешуге негізделген тапсырмалар мен ақпараттық құзыреттілікті қалыптастыруға бағытталған тәсілдер жоғары нәтиже көрсетті.

Әдебиеттер

1. Borzakovskiy, B. A., & Rusakov, M. I. (2015). Tekhnologiya razmeshcheniya shlamov v podzemnykh gornykh vyrabotkakh v geotuby. Gornyi zhurnal = Mining Journal, (3), 91–94.
2. Brown, J. D., & Green, T. R. (2018). Innovative teaching methods in higher education: A global perspective. New York: Springer.
3. Johnson, M., & Richardson, D. (2019). The role of technology in modern education: A case study in engineering disciplines. International Conference on Education and Technology, 10(2), 130–138.
4. Journal of Metals, Materials and Minerals, 23(2), 37–41. (2013).
5. Roberts, M. L., & Jensen, L. F. (2019). Technological advances in mining education: Bridging the gap between theory and practice. Journal of Mining and Metallurgical Engineering, 25(1), 45–52.
6. Smith, R. L. (2020). Engineering education in the 21st century: Transforming the learning experience. Journal of Engineering Education, 45(4), 289–297.
7. Taylor, L. B., & Martin, P. J. (2017). Teaching and learning engineering: Best practices from industry and academia. In Proceedings of the International Conference on Engineering Education (pp. 220–229). Berlin: Academic Press.
8. Thomas, G. D., & Clark, R. P. (2021). Advances in applied halurgy: Educational applications in the mining industry. London: Elsevier.
9. Zhang, W., & Liu, Q. (2020). Education in the mining industry: Challenges and opportunities. In Proceedings of the International Conference on Applied Engineering Education (pp. 34–41). Shanghai: Science Press.
10. Zhao, Y., & Sun, X. (2018). Innovative education methods for engineering students: Focus on halurgy. Beijing: Tsinghua University Press.
11. Аболонин, Б. Е., Кузнецова, И. М., & Харлампи, Х. Е. (2001). Основы химических производств: учебное пособие для вузов. М.: Химия.
12. Бетехтин, А. Г. (2018). Курс минералогии: учебное пособие (4-е изд., испр. и доп.). Москва: Книжный дом Университет.
13. Высоцкий, Е. А., Желнин, А. А., Здановский, А. Б., Кашкаров, О. Д., Пермяков, Р. С., Соколов, И. Д., & Титков, С. Н. (1983). Галургия: теория и практика. Ленинград.
14. Гусев, И. П., & Лебедев, В. В. (2020). Методы преподавания технических дисциплин в высших учебных заведениях. М.: Наука.
15. Иванов, А. А., & Смирнова, Е. М. (2018). Инновационные технологии в образовании: практическое руководство. СПб.: Образование.
16. Казахский университет технологий и инжиниринга. (2021). Учебная программа по дисциплине «Прикладные аспекты галургии». Алматы: КазУТИ.
17. Карналлит. (2005). В Қазақстан. Ұлттық энциклопедия (Т. III). Алматы: Қазақ энциклопедиясы.
18. Макарова, Н. И., & Фролов, И. А. (2019). Интерактивные методы обучения в технических вузах: опыт и перспективы. Москва: Высшая школа.
19. Министерство образования и науки Республики Казахстан. (2022). Государственные образовательные стандарты высшего образования. Алматы: Министерство образования и науки РК.

20. Михайлов, С. Ю., & Петренко, О. И. (2020). Современные подходы к обучению в инженерных дисциплинах. *Технические науки*, 45(3), 112–118.
21. Московский, Г. А., Свидзинский, С. А., Гончаренко, О. П., & Барановская, М. А. (2013). Карналлит-галитовые породы и галититы галогенных образований Гремячинского месторождения и их роль в формировании продуктивного силвинитового горизонта.
22. Официнский, П. Г., & Шмидт, В. А. (2018). Прикладные аспекты галургии и их влияние на образование в горнодобывающей отрасли. *Горный журнал*, 33(7), 128–132.
23. Рыскалиева, Р. Г., Романова, С. М., & Пономаренко, О. И. (2019). Галургия: сұрақтары мен жауаптары. Тест тапсырмаларының жинағы. Алматы: Қазақ университеті.
24. Рыскалиева, Р. Г. (2007). Химиялық және технологиялық процестерді басқару: оқу құралы. Алматы.
25. Рыскалиева, Р. Г., & Романова, С. М. (2018, Қаңтар 18–19). Бейорганикалық заттар мен материалдар өндірісінде галургиялық шикізаттарды пайдалану курсына оқытуда студенттердің ақпараттық компетенциясын қалыптастыру. 48-ші ғылыми-әдістемелік конференция материалдары, 3, 290–292.
26. Рыскалиева, Р. Г., Қалиева, С. Е., & Әбілғазы, Б. (2014, Қаңтар 17–18). Білім беру технологияларын оқу үдерісіне енгізудің тиімділігі. Білімді бағалаудың күзиретті-бағдарлы жүйесі: 44-ші ғылыми-әдістемелік конференция материалдары, 3-кітап.
27. Сидоров, В. П., & Романов, А. Н. (2021). Использование компьютерного моделирования в обучении техническим дисциплинам. *Вестник инженерного образования*, 12(2), 78–84.
28. Соколов, И. Д., и др. (2007). Переработка природных солей и рассолов: справочник (И. Д. Соколов, ред.). Санкт-Петербург: Химия.
29. Соколов, Р. С. (2000). *Химическая технология* (Т. 1). М.: Владос.
30. Шмидт, Р. И., & Волкова, О. А. (2017). Галургия: основы и применения в современных технологиях. М.: Технобиз.
31. Яковлев, Д. М., & Кузнецова, Т. Г. (2019). Методы активного обучения в инженерном образовании. *Журнал педагогических исследований*, 5(1), 55–61.

References

- Ryskalieva, R. G., & Romanova, S. M. (2018, January 18–19). Beiorganikalyq zattar men materialdar öndiricinde galurgiyalıq shikizatty paidalanu kursyn oqytuda studentterdiń aqparattyq kompetentsiyasyn qalyptastyru [Formation of students' information competence in teaching the course on halurgical raw materials in inorganic substance and material production]. 48-shi gylymi-ädistemelik konferentsiya materialdary, 3, 290–292. (in Kazakh)
- Ryskalieva, R. G., Qalieve, S. E., & Äbilğazy, B. (2014, January 17–18). Bilim beru tekhnologiyalaryn oqý üderisine engizýdiń tiimdiligi [Effectiveness of integrating educational technologies into the learning process]. Bilimdi bağalaýdyń quzirretti-bağdarly júiesi: 44-shi gylymi-ädistemelik konferentsiya materialdary, 3-kitap. (in Kazakh)
- Ryskalieva, R. G., Romanova, S. M., & Ponomarenko, O. I. (2019). Galurgiya: suraqtary men jauaptary. Test tapsyrmalarynyń jınaǵy [Halogy: Questions and answers. Collection of test assignments]. Almaty: Qazaq universiteti. (in Kazakh)
- Ryskalieva, R. G. (2007). Khimiyalyq jáne tekhnologiyalyq protsesterdi basqaru: oqý quraǵy [Chemical and technological process control: A textbook]. Almaty. (in Kazakh)
- Sokolov, R. S. (2000). *Khimicheskaya tekhnologiya* [Chemical technology] (Vol. 1). Moscow: Vlados. (in Russian)
- Abolonin, B. E., Kuznetsova, I. M., & Kharlampidi, Kh. E. (2001). *Osnovy khimicheskikh proizvodstv: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Fundamentals of chemical production: Textbook for universities]. Moscow: Khimiya. (in Russian)
- Vysotsky, E. A., Zhelnin, A. A., Zdanovsky, A. B., Kashkarov, O. D., Permyakov, R. S., Sokolov, I. D., & Titkov, S. N. (1983). *Galurgiya: teoriya i praktika* [Halogy: Theory and practice]. Leningrad. (in Russian)
- Moskovsky, G. A., Svidzinsky, S. A., Goncharenko, O. P., & Baranovskaya, M. A. (2013). Karnallit-galitovyie porody i galitity galogennykh obrazovaniy Gremyachinskogo mestorozhdeniya i ikh rol v formirovanii produktivnogo silvinitovogo gorizonta [Carnallite-halite rocks and halitites of the Gremyachinsk deposit and their role in forming the productive sylvinite horizon]. (in Russian)
- Karnallit. (2005). In *Qazaqstan. Ulttyq entsiklopediya* [Kazakhstan National Encyclopedia] (Vol. III). Almaty: Qazaq entsiklopediýasy. (in Kazakh)
- Betechtin, A. G. (2018). *Kurs mineralogii: uchebnoe posobie* [Mineralogy course: Textbook] (4th ed., rev. and enl.). Moscow: Knizhny dom Universitet. (in Russian)
- Brown, J. D., & Green, T. R. (2018). *Innovative teaching methods in higher education: A global perspective*. New York: Springer.
- Smith, R. L. (2020). Engineering education in the 21st century: Transforming the learning experience. *Journal of Engineering Education*, 45(4), 289–297.
- Taylor, L. B., & Martin, P. J. (2017). Teaching and learning engineering: Best practices from industry and academia. In *Proceedings of the International Conference on Engineering Education* (pp. 220–229). Berlin: Academic Press.
- Johnson, M., & Richardson, D. (2019). The role of technology in modern education: A case study in engineering disciplines. *International Conference on Education and Technology*, 10(2), 130–138.
- Gusev, I. P., & Lebedev, V. V. (2020). *Metody prepodavaniya tekhnicheskikh distsiplin v vysshikh uchebnykh zavedeniyakh* [Methods of teaching technical disciplines in higher education institutions]. Moscow: Nauka. (in Russian)
- Journal of Metals, Materials and Minerals, 23(2), 37–41. (2013).

Borzakovskiy, B. A., & Rusakov, M. I. (2015). Tekhnologiya razmeshcheniya shlamov v podzemnykh gornyykh vyrabotkakh v geotuby [Technology of slurry placing in geotubes in underground excavations]. Gornyi zhurnal (Mining Journal), (3), 91–94. (in Russian)

Sokolov, I. D., et al. (2007). Pererabotka prirodnkh solei i rassolov: spravochnik [Processing of natural salts and brines: Handbook]. Saint Petersburg: Khimiya. (in Russian)

Makarova, N. I., & Frolov, I. A. (2019). Interaktivnye metody obucheniya v tekhnicheskikh vuzakh: opyt i perspektivy [Interactive teaching methods in technical universities: Experience and prospects]. Moscow: Vysshaya shkola. (in Russian)

Mikhaylov, S. Yu., & Petrenko, O. I. (2020). Sovremennye podkhody k obucheniyu v inzhenernykh distsiplinakh [Modern approaches to teaching engineering disciplines]. Tekhnicheskie nauki, 45(3), 112–118. (in Russian)

Sidorov, V. P., & Romanov, A. N. (2021). Ispolzovanie komp'yuternogo modelirovaniya v obuchenii tekhnicheskimi distsiplinami [Use of computer modeling in teaching technical disciplines]. Vestnik inzhenernogo obrazovaniya, 12(2), 78–84. (in Russian)

Schmidt, R. I., & Volkova, O. A. (2017). Galurgiya: osnovy i primeneniya v sovremennykh tekhnologiyakh [Halogy: Fundamentals and applications in modern technologies]. Moscow: Tekhnobiz. (in Russian)

Yakovlev, D. M., & Kuznetsova, T. G. (2019). Metody aktivnogo obucheniya v inzhenernom obrazovanii [Methods of active learning in engineering education]. Zhurnal pedagogicheskikh issledovaniy, 5(1), 55–61. (in Russian)

Ofitsinskiy, P. G., & Schmidt, V. A. (2018). Prikladnye aspekty galurgii i ikh vliyaniye na obrazovanie v gornodobyvayushchey otrasli [Applied aspects of halurgy and their impact on mining education]. Gornyi zhurnal, 33(7), 128–132. (in Russian)

Zhang, W., & Liu, Q. (2020). Education in the mining industry: Challenges and opportunities. In Proceedings of the International Conference on Applied Engineering Education (pp. 34–41). Shanghai: Science Press.

Ivanov, A. A., & Smirnova, E. M. (2018). Innovatsionnye tekhnologii v obrazovanii: prakticheskoe rukovodstvo [Innovative technologies in education: A practical guide]. Saint Petersburg: Obrazovanie. (in Russian)

Kazakhskiy universitet tekhnologiy i inzhiniringa. (2021). Uchebnaya programma po distsipline “Prikladnye aspekty galurgii” [Course program for the subject “Applied aspects of halurgy”]. Almaty: KazUTI. (in Russian)

Ministerstvo obrazovaniya i nauki Respubliki Kazakhstan. (2022). Gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty vysshego obrazovaniya [State educational standards for higher education]. Almaty: MON RK. (in Russian)

Thomas, G. D., & Clark, R. P. (2021). Advances in applied halurgy: Educational applications in the mining industry. London: Elsevier.

Roberts, M. L., & Jensen, L. F. (2019). Technological advances in mining education: Bridging the gap between theory and practice. Journal of Mining and Metallurgical Engineering, 25(1), 45–52. (in English)

Zhao, Y., & Sun, X. (2018). Innovative education methods for engineering students: Focus on halurgy. Beijing: Tsinghua University Press.

Авторлар туралы мәлімет:

Рыскалиева Роза Габдрахимовна (корреспондент-автор) – химия ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технология факультетінің жалпы және бейорганикалық химия кафедрасының доценті (Алматы, Қазақстан, e-mail: roza12_11_64@mail.ru)

Уәли Айзада – «Химия мұғалімдерін даярлау» білім беру бағдарламасының магистранты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: aizada.uali@gmail.com)

Сведения об авторах:

Рыскалиева Роза Габдрахимовна (корреспондентный автор) – кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии факультета химии и химической технологии Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: roza12_11_64@mail.ru);

Уали Айзада – магистрант образовательной программы «Подготовка учителей химии», Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: aizada.uali@gmail.com).

Information about authors:

Ryskaliyeva Roza Gabdrahimovna (corresponding author) – Candidat of chemical sciences, assistant professor Faculty of Chemistry and chemical technology, department of general and inorganic chemistry Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: roza12_11_64@mail.ru)

Uali Aizada – Master's student of the educational program “Chemistry Teacher Training”, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: aizada.uali@gmail.com)

Келін түсті 02.05.2025

Қабылданды 20.06.2025