

**СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖҮЙЕСІНДЕ КАДРЛАРДЫ ДАЯРЛАУДЫҢ ДУАЛЬДЫ МОДЕЛІ:
АГРОБИЗНЕС ҮШІН ТИІМДІ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕР**

**DUAL MODEL OF PERSONNEL TRAINING IN THE WATER MANAGEMENT SYSTEM:
EFFECTIVE INNOVATIVE SOLUTIONS FOR AGRIBUSINESS**

**ДУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СИСТЕМЕ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА:
ЭФФЕКТИВНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АГРОБИЗНЕСА**

А. СКАКОВА¹

э.ф.к.

А. УТЕПОВ^{1*}

Ph.D

Қ. ШЫНБЕРГЕНОВА²

т.ф.к.

¹Қазақ-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан

*автордың электрондық поштасы: utepov.arman@gmail.com

A.SKAKOVA¹

C.Geogr.Sc.

A. UTEPOV^{1*}

Ph.D

K. SHYNBERGENOVA²

C.Eng.Sc.

¹Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan

²S. Seifullin Kazakh Agro-Technical Research University, Astana, Kazakhstan

*corresponding author e-mail: utepov.arman@gmail.com

A. СКАКОВА¹

к.геогр.н.

А. УТЕПОВ^{1*}

Ph.D

Қ. ШЫНБЕРГЕНОВА²

к.техн.н.

¹Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан

²Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

*электронная почта автора: utepov.arman@gmail.com

Аңдатпа. Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінің су шаруашылығы саласында мамандар даярлау үшін дуальды оқытуды дамытуға практикалық тәсіл ұсынылды. Зерттеудің өзектілігі су секторындағы кадрлардың тапшылығына, түлектердің кәсіби бағдарлануының жеткіліксіздігіне және білім беру бағдарламаларын еңбек нарығының талаптарына бейімдеу қажеттілігіне байланысты. **Мақсаты** – бірыңғай білім беру кеңістігінде білім мен өндірістік тәжірибенің теориялық негіздерін интеграциялауды, сондай-ақ орта техникалық және университеттік білім берудің сабақтастығын қамтамасыз ететін дуальды оқу платформасының әдістемесін әзірлеу. **Әдістер** – материалдар аналитикалық алгоритмге негізделген. Жұмыс аясында Германия, Швейцария, Нидерланды, Қытай және АҚШ-та жүзеге асырылатын дуальды жүйенің модельдеріне салыстырмалы бағалау жүргізілді. Республикада дуальды форматты енгізу шарттарын айқындайтын нормативтік-құқықтық базаға, білім беру стандарттары мен салалық тәжірибелерге қосымша құжаттамалық талдау жасалды. Қолданбалы элемент ретінде су ресурстарын басқару аспектісінде цифрлық шешімдер мен тәжірибеге бағдарланған оқу процесінің үйлесімінің мысалы ретінде

ұсынылған "Flood-MAR-Kaz" өңірлік кейсі пайдаланылды. *Нәтижелер* – дуальды форманың тиімділігі "колледж–университет–бизнес–мемлекеттік органдар" кооперациясының деңгейі, құзыреттілікті қалыптастыру үлесі және білім беру қызметін цифрландыру дәрежесі бойынша бағаланды. Дуальды дағдыларды игеру жоғары оқу орындарын бітіргендердің жұмысқа орналасу деңгейін арттыруға, инженерлік құзыреттердің сапасын жақсартуға және ауылдық аумақтардың су және климаттық тәуекелдерге тұрақтылығына ықпал етеді. *Қорытындылар* - ғылыми ізденістің практикалық маңыздылығы су шаруашылығы үшін білім беру жоспарларын, пәндері мен жобаларын жасау және олардың негізгі көрсеткіштер бойынша нәтижелілігін мониторингтеу кезінде ұсынылған технологияны қолдану мүмкіндігі болып табылады. Осылайша, құрылымдық-функционалдық схема таным құралы ретінде дуальды оқыту жағдайында мамандарды даярлауды жобалау механизмін көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік береді.

Abstract. A practical approach to the development of dual education for training specialists in the water management sector of the agro-industrial complex of Kazakhstan is presented. The relevance of the study is determined by a shortage of personnel in the water sector, insufficient professional orientation of graduates, and the need to adapt educational programs to labor market requirements. *The objective* is to develop a methodology for a dual educational platform that ensures the integration of theoretical knowledge and practical experience within a unified educational space, as well as continuity between secondary technical and university education. *Methods* are based on an analytical algorithm. The study includes a comparative assessment of dual system models implemented in Germany, Switzerland, the Netherlands, China, and the United States. Additionally, a documentary analysis of the regulatory framework, educational standards, and industry practices determining the conditions for implementing the dual format in the republic was carried out. As an applied element, the regional case “Flood-MAR-Kaz” is used as an example of combining digital solutions and practice-oriented learning in the context of water resource management. *Results* show that the effectiveness of the dual form was evaluated by the level of cooperation “college–university–business–government bodies,” the share of competence formation, and the degree of digitalization of educational activities. The acquisition of dual skills contributes to higher employment rates of graduates, improvement of engineering competencies, and resilience of rural areas to water and climate risks. *Conclusions* indicate that the practical significance of the research lies in the possibility of applying the proposed technology in the development of educational plans, disciplines, and projects for water management and in monitoring their effectiveness using key indicators. Thus, the constructed structural-functional scheme serves as a tool for understanding and clearly presents the mechanism for designing specialist training under dual education conditions.

Аннотация. Представлен практический подход к развитию дуального обучения для подготовки специалистов в сфере водного хозяйства агропромышленного комплекса Казахстана. Актуальность исследования обусловлена дефицитом кадров в водном секторе, недостаточной профессиональной ориентацией выпускников и необходимостью адаптации образовательных программ к требованиям рынка труда. *Цель* – разработка методики дуальной учебной платформы, обеспечивающей интеграцию теоретических основ знаний и производственного опыта в едином образовательном пространстве, а также преемственность среднего технического и университетского образования. *Методы* – материалы базируются на аналитическом алгоритме. В рамках работы проведена сравнительная оценка моделей дуальной системы, реализуемых в Германии, Швейцарии, Нидерландах, Китае и США. Дополнительно выполнен документальный анализ нормативно-правовой базы, образовательных стандартов и отраслевых практик, определяющих условия внедрения дуального формата в республике. В качестве прикладного элемента использован региональный кейс «Flood-MAR-Kaz», представленный как пример сочетаний цифровых решений и практико-ориентированного учебного процесса в аспекте управления водными ресурсами. *Результаты* – эффективность дуальной формы оценивалась по уровню кооперации «колледж–университет–бизнес–государственные органы», доле формирования компетенций и степени цифровизации образовательной деятельности. Освоение дуальных навыков способствует повышению уровня трудоустройства окончивших вузы, улучшению качества инженерных компетенций и устойчивости сельских территорий к водным и климатическим рискам. *Выводы* – практическая значимость научного изыскания заключается в возможности применения предложенной технологии при составлении образовательных планов, дисциплин и проектов для водного хозяйства и мониторинге их результативности по ключевым показателям. Таким образом, сконструированная структурно-функциональная схема как инструмент познания позволяет наглядно представить механизм проектирования подготовки специалистов в условиях дуального обучения.

Түйінді сөздер: агроөнеркәсіптік кешен, су шаруашылығы, дуальды білім беру модельдері, білім беру стандарттары, цифрлық шешімдер, түлектерді жұмысқа орналастыру, инженерлік құзыреттердің сапасы.

Keywords: agro-industrial complex, water management, dual education models, educational standards, digital solutions, graduate employment, quality of engineering competencies.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, водное хозяйство, модели дуального образования, образовательные стандарты, цифровые решения, трудоустройство выпускников, качество инженерных компетенций.

Мақала түсті: 16.01.2026. Сараптамадан кейін мақұлданған: 10.03.2026. Қабылданды: 18.03.2026

Кіріспе

Экономиканың заманауи өсуі қазіргі білім жүйесінен еңбек нарығының сұраныстарына жылдам бейімделуі мен икемділігін талап етеді. Осыған байланысты, дуалды білім – 40% теориялық және 60% практикалық біріктірілген форматы – маңызды орынды алады. XVIII ғасырдың бірінші өндірістік революциясынан бастап техникалық мамандарға сұраныс артып, дуалды білім жүйесін комплексті құру жүйесі пайда болды. Уақыт өте келе бұл жүйе құрылып, нақты кәсіби қызмет түрлері үшін білім, дағдымен біліктілікті қалыптастыруға бағыттала бастады. Жалпы білімнен кәсіби білім-берудің айырмашылығы кәсіби құзыреттілігі жоғары деңгейдегі мамандар тобын дайындаумен еңбек нарығына бағытталған.

Сондықтан, білім беру жүйесін іске асыру бүкіл дүние жүзіндегі білім саласы мамандарымен үкіметтердің ерекше алаңдаушылығын туындатуда. Соңғы жүз жылдықта осы білім беру жүйесі жұмыспен қамту мәселелерін шешуде, өмір сүру деңгейін арттыруда және білім беру саласындағы теңдікті қамтамасыз етуде елеулі рөл атқара отырып, көптеген мемлекеттер мен аумақтардың өндірістік және экономикалық дамуының негізгі көзі ретінде қарастырылған.

Ғалымдар мен мұғалімдер кәсіби білім беру ұйымдарының білім алушыларында XXI ғасыр дағдыларын қалыптастыру жолдарын зерттеуге ерекше көңіл бөлуде. Заманауи кәсіби білім жүйесінде оқыту тек қана білімді алу мен есте сақтауда емес, сонымен қатар оны қолдану мен тәртіптаралық интеграцияға арналған. Оданбасқа, үздіксіз технологиялық инновациямен трансформация адамзат қоғамы мен өркениеттің дамуын түрлендіріп, әртүрлі салаларда өнімділіктің сапалы өсуіне ықпал етті. 2010 жылдары басталған, Индустрия 4.0 дәуірінде интеллектуалды өнеркәсіптік жаңғырту, автоматтандыру, робототехника, жасанды интеллект және технологиялар басқа да салаларға трансформациялық өзгерістер енгізуде (Ye J.H., He Zh., B. Bai) [1].

Осыған байланысты, Қазақстан Республикасының кәсіби білімді жаңашалан-

дыру басым бағыттарына мамандардың теориялық және тәжірибеге бағытталған даярлығын жетілдіру ретінде дуалды оқытуды дамыту болып табылады. Бұл тәсіл түлектердің еңбек нарығының талаптарына және су ресурстары секторының тұрақты дамуына сәйкестігін қамтамасыз етудің тиімді құралдарының бірі ретінде танылған. Осы тұрғыда, техникалық және жоғары білім жүйесінде дуалды оқытуды реттейтін нормативтік-құқықтық және институционалдық базаны талдау, маңызды болып табылады.

Осы жұмыстың мақсаты – су шаруашылығы саласындағы техникалық мамандарды даярлау бойынша дуалды білім берудің механизмдері мен әдістемелеріне шолу негізінде, теориялық және тәжірибелік оқытуды ұштастыра отырып, Қазақстанда су ресурстарын тиімді пайдалану бойынша техникалық мамандарды даярлауға арналған оқу полигонын пайдалану арқылы орта техникалық және университеттік білім беру үшін дуалды оқыту әдістемесін дайындау.

Әдебиетке шолу

Дуалды оқыту жүйесі тиімді шешімдерді табу үшін жақсы нәтиже көрсеткендіктен, халықаралық тәжірибеге сүйену қажеттілігі жиі аталады (Martínez-Izquierdo L., Torres Sánchez M.; Schmitz G.H., Cullmann J., Nacken H.) [2, 3]. Германияда студенттер уақыттың бір бөлігін сыныпта, екінші бөлігін практикалық оқытуды жүргізетін компанияда өткізеді (Koulouri A., Mouraviev N.; Katusiime, J., Schutt, B.) [4, 5].

Швейцарияда шеберлік оқыту жүйесі дамытылып, үкімет тарапынан компанияларға да, оқушыларға да қолдау және субсидия беру тәжірибесі сипатталады (Lee S., Adelodun B., Ahmad M.J., Lee S., Adelodun B., Ahmad M.J. et al.; Das A., Mishra S.) [6, 7]. Австрияда және Нидерландыда, «екілік оқыту маршруты» арқылы мектептегі оқу мен компаниядағы жұмысты қатар жүргізу қағидаты іске асады (Wu F.; Abdullaev I., Assubayeva A., Bobojonov J. et al.) [8, 9].

Францияда кәсіби білім беру жүйесін реформалау және дуалды бағдарламаларды кеңейту барысында оқу бағдарламаларын әзірлеуге бизнес тартылып, компания-

ларға ынталандырулар ұсынылады (European Commission. Directive; Boogaard F.) [10, 11]. Құрама Штаттарында қос оқыту бағдарламалары штаттар мен мектеп аймақтарына қарай ерекшеленіп, «шеберлік оқу» немесе «мансаптық пен техникалық білім» форматтарында әртүрлі деңгейде іске асырылады (Wasreb. Impact 17...; Wang S., Guan W, Wu J. et al.) [12, 13].

Қытай кәсіби оқыту жүйесін кеңейту кезінде кәсіби мектептерді қаржыландыруды ұлғайтып, бизнеспен серіктестікті ынталандыратын дуалды оқыту бағдарламаларын енгізуде; бұл бағдарламалар білікті еңбек күшіне деген өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыруға бағытталған (Рахимова Ф.) [14].

Babayev V., Roslavtsev D., Sorokina K. [15] мен Каюмов И., Низамова А. [16] еңбектерінде жұмыс берушілер демеушілік ететін қайта даярлау бағдарламалары сипатталып, оқу процесінің нақты кәсіпорындар қажеттіліктеріне бейімделуі көрсетілген. Олейник Н.И., Крилова И.И. [17] зерттеуінде жұмыс берушілер мен кәсіби қауымдастықтардың су бұру және сумен жабдықтау саласындағы бағдарламалардың мазмұнын қалыптастыруға қатысатыны берілген. Кейбір зерттеуінде ресми әріптестік болғанымен, бизнес пен колледждердің әлсіз ықпалдастығы тіркеліп айқындалады.

Практикалық оқыту мен өндірістік дайындықты интеграциялау дуалды модельдің өзегі ретінде қарастырылады. Көптеген модельдерде құрылымдалған өндірістік практика, тағылымдамалар мен жобалар оқу жоспарының маңызды құраушылары ретінде енгізілетіні көрсетіледі; мұндай элементтер қосымша емес, көп жағдайда оқу жүктемесінің елеулі бөлігін алатын «ядро» ретінде сипатталады. Зерттеушілер су ресурстарының логистикасы үшін цифрлық егіздер технологиясын қолдана отырып, тәжірибеге бағытталған даярлық моделін ұсынғанын көрсетеді. Құзыреттілікке негізделген және симуляциялық тәсілдер де маңызды бағыт ретінде қарастырылады; жобалық және симуляциялық қызмет арқылы, соның ішінде бизнес-ойындар арқылы прогресті бағалау тәсілдері сипатталады.

Материалдары мен әдістері

Осы зерттеу сапалық зерттеу дизайнына негізделді және су шаруашылығы саласында кадр даярлаудың дуалды моделін ғылыми-әдістемелік тұрғыдан зерделеуге бағытталды. Сапалық дизайн таңдалды, себебі жұмыстың мақсаты сандық әсерді өлшеу емес, дуалды оқытудың құрылымдық тетіктерін, институционалдық байланыстарын және цифрлық шешімдермен ұштасу логикасын дәл

сипаттап, әдістемелік қорытындылар шығару болды. Бұл тәсіл теория мен өндірістік тәжірибенің түйісу нүктелерін, сондай-ақ білім беру мен еңбек нарығы арасындағы сәйкестік механизмдерін мазмұндық талдауға мүмкіндік береді.

Зерттеу Қазақстан Республикасындағы техникалық және жоғары білім беру кеңістігі контекстінде жүргізілді. Зерттеу ортасы ретінде су ресурстарын басқару саласына қатысы бар колледждер мен университеттік дайындық траекториялары, сондай-ақ агробизнес құрылымдары мен мемлекеттік органдардың өзара іс-қимыл формалары қарастырылды. Талдау 2023-2025 жылдар аралығын қамтыды, өйткені осы кезеңде дуалды оқытуды кеңейту, білім беру бағдарламаларын жаңарту және цифрлық технологияларды енгізу бағыттары белсенді талқыланып, іске асырылды. Уақыт шеңберін шектеу зерттеу материалының салыстырмалылығын сақтауға және нәтижелерді бір институционалдық цикл ішінде қарастыруға мүмкіндік берді.

Дереккөздік база ретінде мақалада бұрыннан пайдаланылған ғылыми жарияланымдар, халықаралық тәжірибені сипаттайтын материалдар және Қазақстандағы нормативтік-құқықтық құжаттар алынды. Материалдар мәтіндік және мазмұндық талдау әдістері арқылы өңделді. Алдымен дуалды оқытудың мақсаттары, қатысушылары және күтілетін нәтижелері бойынша негізгі ұғымдар біріздендірілді.

Одан кейін “колледж–университет–бизнес–мемлекеттік органдар” өзара әрекеттестігінің рөлдері мен жауапкершіліктері мазмұндық категориялар ретінде белгіленді. Келесі кезеңде халықаралық модельдердегі ортақ элементтер мен Қазақстан жағдайына бейімделетін тетіктер салыстырмалы түрде интерпретацияланды. Салыстыру өлшемдері ретінде практика үлесінің орны, жұмыс берушінің оқу бағдарламасына қатысу формалары және цифрлық құралдарды қолданудың білім беру нәтижелеріне ықпалы қарастырылды.

Нәтижелер

Қазақстан Республикасында су шаруашылығы саласына арналған дуалды оқыту моделінің әлеуетін кешенді бағалау үшін ең алдымен оның нормативтік-құқықтық және институционалдық негіздері талданды. Бұл талдау дуалды білім беру форматының ресми түрде бекітілгеніне қарамастан, салалық деңгейде оның іске асу дәрежесі мен практикалық тиімділігі арасында айтарлықтай алшақтық бар екенін көрсетуге мүмкіндік берді.

Білім беру жүйесін жалпы реттейтін негізгі құжат ретінде Қазақстан Республи-

касының «Білім туралы» заңы қарастырылды. Аталған заңда дуалды оқыту кадрлар даярлаудың дербес түрі ретінде айқындалып, оның негізгі мазмұны білім беру ұйымындағы оқытуды кәсіпорындардағы өндірістік оқыту және кәсіби тәжірибемен ұштастыру екендігі нақты көрсетілген. Бұл тәсілдің маңызды ерекшелігі – кәсіпорын, оқу орны және білім алушы арасындағы тең дәрежелі жауапкершіліктің заңды түрде бекітілуі. Сонымен қатар, кәсіпорындардың білім алушыларға нақты жұмыс орындарын ұсынуы және өтемақы төлемдерін қамтамасыз етуі дуалды форматтың әлеуметтік-экономикалық тартымдылығын арттыратын фактор ретінде белгіленген.

Заңның 5-бабында Үкімет пен уәкілетті органдардың өңірлік даму қажеттіліктері мен салалық басымдықтарға сәйкес білім беру бағдарламаларын іске асыруға жауапты екендігі көрсетіледі. Бұл норма су шаруашылығы сияқты өңірлік ерекшеліктері айқын салалар үшін дуалды оқытуды бейімдеудің құқықтық алғышарттарын қалыптастырады. Алайда нәтижелер көрсеткендей, аталған нормалар салалық білім беру бағдарламаларына толық көлемде интеграцияланбаған.

Техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесінде дуалды формат Қазақстан Республикасы Білім министрінің 2022 жылғы 3 тамыздағы №348 бұйрығымен бекітілген мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттар негізінде жүзеге асырылады. Бұл стандарттар оқу жоспарларының құрылымын, негізгі және кәсіби құзыреттер тізімін, сондай-ақ оқыту нәтижелерін бағалау критерийлерін айқындайды. Дуалды оқыту үшін теориялық және өндірістік компоненттердің жүктемесін бөлуге қатысты арнайы әдістемелік нұсқаулықтардың қарастырылуы осы форматты енгізудің институционалдық дайындық деңгейін көрсетеді. Дегенмен, нәтижелер көрсеткендей, су шаруашылығы бағытындағы мамандықтарда бұл талаптар формалды түрде орындалып, практикалық мазмұны жеткіліксіз болып отыр.

Су шаруашылығы, гидромелиорация және су ресурстарын қорғау бағытындағы мамандықтар техникалық және кәсіптік білім мамандықтарының ұлттық классификаторына енгізілген. Алайда, жүргізілген талдау көрсеткендей, бұл мамандықтар бойынша дуалды оқытуды дамыту білім беру ұйымдарының стратегиялық басымдықтары қатарында төмен деңгейде қалып отыр. Бұл жағдай саланың өндірістік күрделілігімен, тәжірибелік базалардың жетіспеушілігімен

және индустрия тарапынан белсенді сұраныстың әлсіздігімен түсіндіріледі.

Дуалды форматты енгізуге қойылатын талаптар «Техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білімнің ең төменгі әлеуметтік стандарттарын бекіту туралы» №348 бұйрықта нақты айқындалған. Аталған талаптар профильді зертханалардың, оқу полигондарының, жабдықтардың сандық модельдерінің болуын, сондай-ақ оқу жоспарларын әзірлеу мен білім алушылардың нәтижелерін бағалауға өндірістік сектордың қатысуын қамтиды. Сонымен қатар, білім беру ұйымдарының материалдық-техникалық жабдыкталу нормалары 2012 жылғы №97 бұйрықпен бекітілген, оған сәйкес су саласындағы мамандықтарды іске асыратын ұйымдар гидравлика, геоинформациялық модельдеу және өндірістік шеберханалармен қамтамасыз етілуі тиіс.

Мемлекеттік білім беру тапсырысын орналастыру қағидаларына сәйкес дуалды формат тек еңбек нарығы талаптарына және өңірлік қажеттіліктерге сәйкестігі дәлелденген жағдайда ғана қолданылуы мүмкін. Бұл жерде өңірлік кәсіпкерлер палаталары мен жергілікті білім беру басқармалары негізгі үйлестіруші рөл атқарады. Сонымен бірге, «Жас маман» және «Серпін» мемлекеттік бағдарламалары колледждерді техникалық қайта жарақтандыруға және тәжірибеге бағытталған тәсілдерді енгізуге институционалдық қолдау көрсетіп отыр.

Аталған нормативтік-құқықтық базаға қарамастан, нәтижелер су шаруашылығы саласында дуалды оқытуды практикалық іске асыру барысында бірқатар жүйелі қиындықтардың сақталып отырғанын көрсетті. Олардың қатарына өндірістік практика қабылдайтын кәсіпорындардың тұрақты тізімінің болмауы, дуалды оқытуды сүйемелдейтін цифрлық құралдардың жеткіліксіздігі, өңірлер арасында форматтың біркелкі енгізілмеуі және бизнес құрылымдарының оқу процесіне әлсіз қатысуы жатады.

Ұлттық статистика бюросының мәліметтері бойынша Қазақстанда 724 техникалық және кәсіптік білім беру ұйымы және 38 филиал жұмыс істейді. Соған қарамастан, су саласы мамандарының тапшылығы айқын байқалады. Ұлттық академия президентінің деректеріне сәйкес, «Су ресурстары және су пайдалану» мамандығына жыл сайын өте шектеулі контингент қабылданады, ал мемлекеттік гранттардың едәуір бөлігі игерілмей қалады. Бұл жағдай су шаруашылығы саласында кадр даярлау жүйесін қайта қарау қажеттілігін көрсетеді.

Бұл мәселе мемлекет деңгейінде де өзекті деп белгіленді. Су тасқындарының

алдын алу жөніндегі республикалық штаб отырысында Мемлекет басшысы су ресурстары және ирригация саласында техникалық мамандардың жетіспейтінін атап өтті. Бұл жағдай дуалды оқыту форматын тек білім беру реформасы ретінде емес, ұлттық қауіпсіздік пен өңірлік тұрақтылықтың құрамдас элементі ретінде қарастыру қажеттігін айқындайды.

Қазіргі уақытта елімізде су саласы мамандарын даярлайтын небәрі бес колледж жұмыс істейді. Бұл колледждерде шамамен 300 студенттің басым бөлігі мемлекеттік тапсырыс аясында оқиды. Нәтижелер көрсеткендей, бұл көрсеткіш елдің ағымдағы және болашақ қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жеткіліксіз. Осыған байланысты

алдағы жылдары су шаруашылығы бағытындағы мемлекеттік білім беру тапсырысын ұлғайту жоспарланып отыр.

Халықаралық тәжірибені талдау дуалды оқытудың табыстылығы оның ауқымынан емес, институционалдық ықпалдас-тықтың тереңдігі мен практикалық бағытталу деңгейінен тәуелді екенін көрсетті. Германия, Швейцария, Австрия, Нидерланды, Франция, АҚШ және Қытай тәжірибелері білім беру ұйымдары мен бизнес арасындағы тұрақты серіктестіктің, өндірістік базаның заманауи технологиялармен жабдықталуының және оқыту сапасын бағалау жүйесінің шешуші рөл атқаратынын дәлелдейді. Қазақстан жағдайында бұл механизмдердің бейімделуі кестеде жинақталған.

Кесте – Су шаруашылығы саласының техникалық мамандарын дайындаудағы дуалды оқыту халықаралық модельдерін талдау және олардың Қазақстандағы қолданылу мүмкіндігі

Халықаралық механизм	ҚР қолданылуы
Жоғары – МОН және аймақтық палаталардың қолдауына байланысты	Жоғары – МОН және аймақтық палаталардың қолдауына байланысты
Құзыреттілік бағдарламаларын кәсіби стандарттарға байланысты енгізу	Орташа – БОСО мен ҰКР-ды жаңарту қажет
Цифрлық егіздер мен BIM-модельдеуді қолдану	Үмітті – гранттық бағдарламалар және Erasmus+/ЮНИДО жобалары арқылы
Симуляциялық және ойындық әдістер, шетелдік тәжірибе	Шектеулі – пилоттық жобалар және мобильділік бағдарламалары аясында мүмкін
Ескерту: "Білім туралы" ҚР-ның Заңына өзгерістер мен толықтырулар енгізу туралы	

Кестеде көрсетілгендей, кәсіби стандарттарға негізделген құзыреттілік бағдарламаларын енгізу, цифрлық егіздер мен BIM-модельдеуді пайдалану, сондай-ақ симуляциялық және ойындық әдістерді қолдану Қазақстан үшін перспективалы, бірақ әлі де шектеулі деңгейде жүзеге асырылып отыр.

Осы контексте «Flood-MAR-Kaz» бағдарламасы су шаруашылығы саласында дуалды оқытуды тәжірибелік және цифрлық құралдармен ұштастырудың қолданбалы үлгісі ретінде қарастырылды. Бағдарлама аясында су тасқыны суларын жинау, басқарылатын толықтыру жүйелерін модельдеу және гидрологиялық процестерді цифрлық симуляциялау әдістемелері әзірленуде. Бұл жұмыстар су ресурстарын басқару саласында практикалық дағдыларды қалыптастыруға бағытталған.

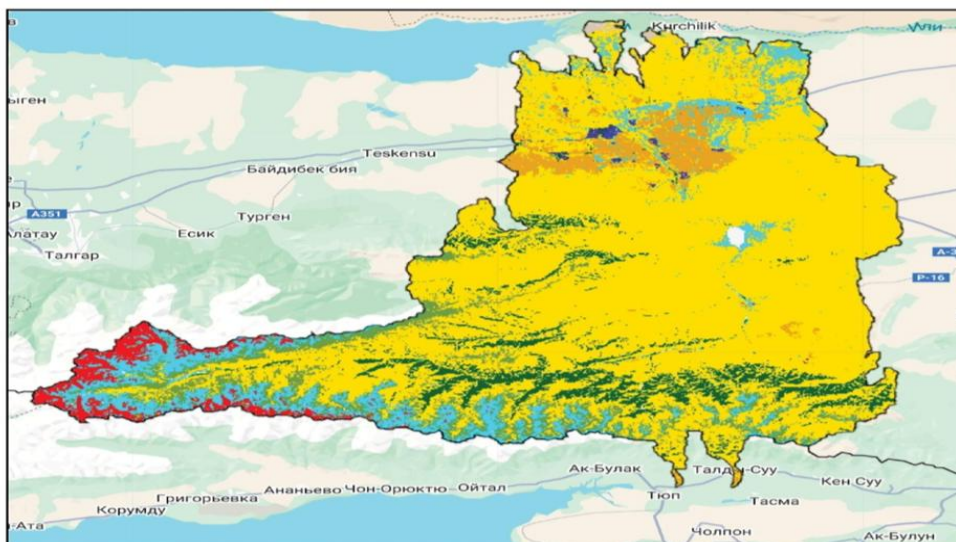
Бағдарламаның маңызды құрамдас бөлігі ретінде геоинформациялық талдауға негізделген кеңістіктік модельдеу қарастырылды. Бұл мақсатта еңілу картасы әзірленіп, ол су қойма қабаттарын басқарылатын толықтыру жүйелерін жоспарлау үшін негізгі тақырыптық материал ретінде пайдаланылды (1 сурет). Сонымен қатар, жер қаптамасының картасы әзірленіп, орман,

ауыл шаруашылығы, су қоймалары және қалалық аумақтардың кеңістіктік таралуы талданды (2 сурет).

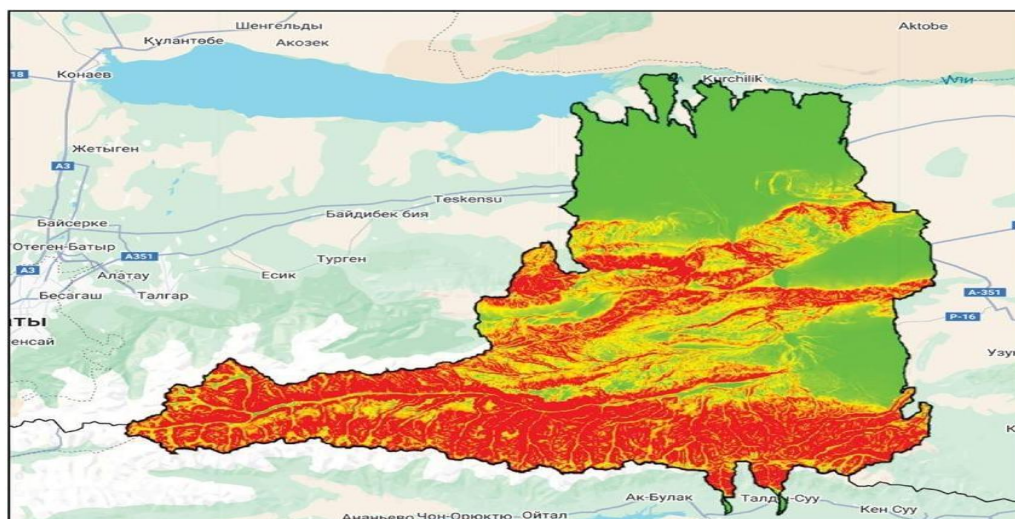
MAR технологияларын енгізуге қолайлы аймақтарды анықтау үшін ықтимал аумақтар визуалды түрде белгіленді (3 сурет).

Геоақпараттық жүйелер мен жерді қашықтықтан зондтау деректері көпфакторлы талдау жүргізуге мүмкіндік беріп, табиғи және әлеуметтік-экономикалық жүйелер арасындағы өзара байланыстарды анықтауға жағдай жасады. Бұл тәсіл су ресурстарын басқару саласында орнықты жер пайдалану стратегияларын қалыптастыруға ықпал етеді.

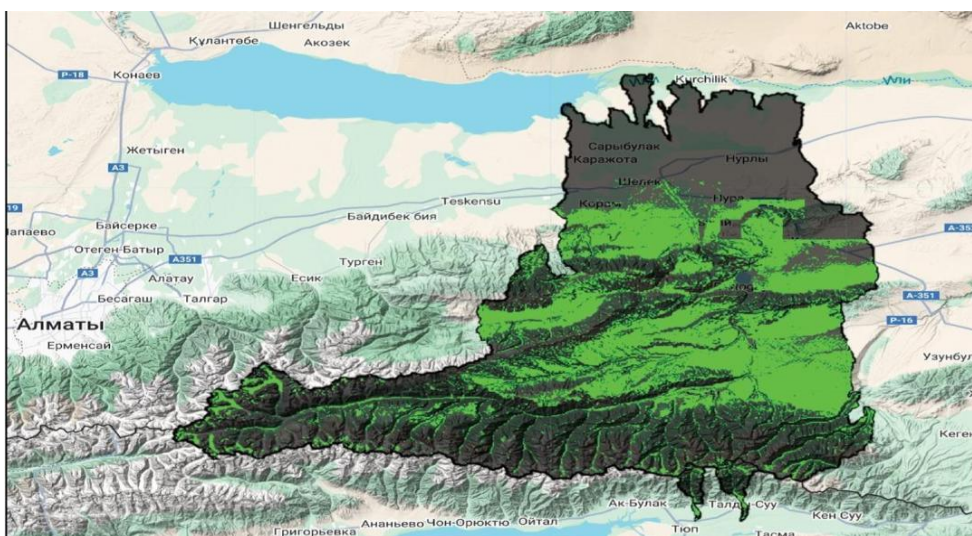
Осы нәтижелер білім беру саласына да тікелей қатысты. Су ресурстары мен су сапасын талдау бойынша біліктілікті арттыру бағдарламалары Қазақстанда жеткілікті деңгейде дамымағаны анықталды. Осы тұрғыда АҚШ-та іске асырылған "Know Your Well" бағдарламасының тәжірибесі мысал ретінде қарастырылды. Бұл бастама Қазақстанда Көксу политехникалық колледжі базасында бейімделіп, Балқаш алабындағы жергілікті қауымдастықтарды тартуға бағытталған (4 сурет).



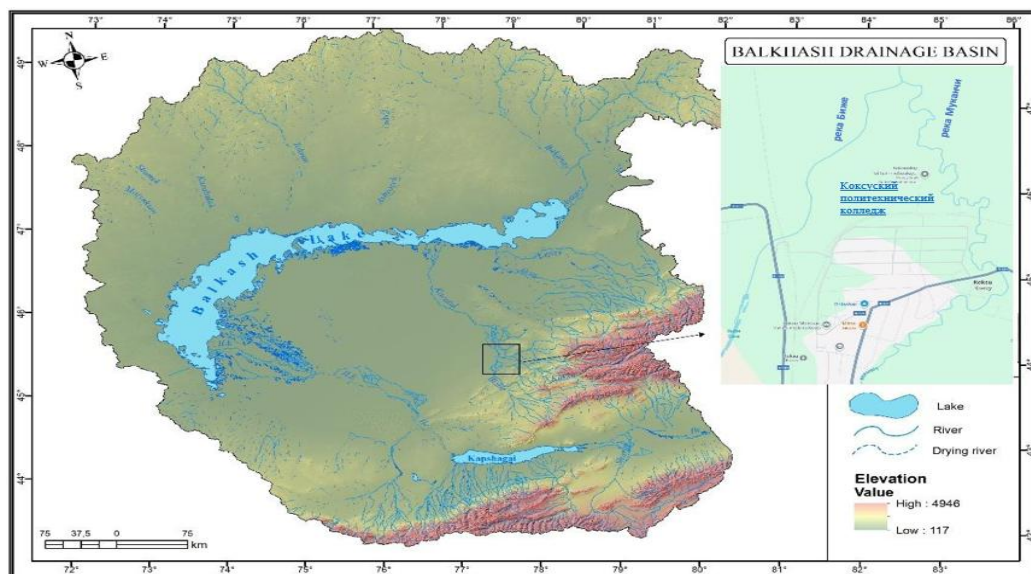
Ескерту: MAR бағдарламасы негізінде авторлармен құрастырылған
1 сурет – Шелек өзені алабының, MAR жүйелерін жоспарлауда
қолданылатын енілу картасы



Ескерту: MAR бағдарламасы негізінде авторлармен құрастырылған
2 сурет – Шелек өзені алабының жер қаптамасының картасы



Ескерту: MAR бағдарламасы негізінде авторлармен құрастырылған
3 сурет – Шелек өзені алабында MAR мүмкін аймақтары



Ескерту: MAR бағдарламасы негізінде авторлармен құрастырылған

4 сурет - «Flood-MAR-Kaz» бағдарламаларын Көксу колледжі аумағында ілгерілету

Бағдарламаның стратегиялық маңызы Мемлекет Басшысының Жолдауында белгіленген біліктілікті арттыру және жұмысшы мамандықтарын дамыту жөніндегі міндеттермен үйлеседі. 2025 жылдың Жұмысшы мамандықтары жылы деп жариялануы тәжірибеге бағытталған білім берудің маңызын арттырды.

Қорытындылай келе, нәтижелер дуалды оқыту моделін су шаруашылығы саласына бейімдеу тек білім беру жүйесін жетілдіру құралы ғана емес, өңірлік тұрақтылықты, климаттық қауіптерге төзімділікті және әлеуметтік-экономикалық дамуды қамтамасыз ететін кешенді механизм екенін көрсетті.

Талқылау

Зерттеу нәтижелері су шаруашылығы саласында дуалды оқыту моделінің тиімділігі оқу орындары мен өндірістік кәсіпорындар арасындағы институционалдық әріптестіктің деңгейіне тікелей байланысты екенін көрсетті. Халықаралық тәжірибе дуалды оқытудың табысты іске асуы өндірістік базаның заманауи технологиялармен жабдықталуына, жұмыс берушілердің оқу процесіне жүйелі қатысуына және оқыту сапасын бағалау тетіктерінің болуына тәуелді екенін дәлелдейді.

Қазақстан жағдайында дуалды оқыту форматын енгізу барысында бірқатар құрылымдық шектеулер анықталды. Олардың қатарына кадр тапшылығы, оқу бағдарламаларының өндірістік талаптарға толық сәйкес келмеуі және цифрлық құралдарды қолдандың жеткіліксіздігі жатады. Бұл мәселелер су шаруашылығы саласының техникалық күрделілігімен және оқу орындарының

материалдық-техникалық базасының бір-келкі дамымауымен күшейе түседі.

Сонымен бірге зерттеу су ресурстарын тиімді басқару саласында дуалды оқыту арқылы жергілікті мамандардың біліктілігін арттыру өңірлердің әлеуметтік-экономикалық дамуына оң әсер ететінін көрсетті. «Flood-MAR-Kaz» жобасы аясында ұсынылған тәсілдер дуалды оқытуды нақты табиғи жағдайлармен және инженерлік міндеттермен ұштастырудың мүмкін екенін көрсетеді. Геоақпараттық жүйелер мен қашықтан зондау деректеріне негізделген модельдеу әдістері су ресурстарын басқаруда кешенді шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Халықаралық бағдарламалар шеңберінде іске асырылып жатқан жобалар Flood-MAR технологияларын оқу және зерттеу үдерісіне енгізудің өзектілігін растайды. Сонымен қатар, геодезиялық полигондарды пайдалану және су тасқынын болжауға арналған цифрлық жүйелерді қолдану дуалды оқытудың практикалық мазмұнын күшейтеді. Жалпы алғанда, дуалды оқыту моделін су шаруашылығы саласына бейімдеу кешенді көзқарасты және цифрлық технологияларды жүйелі енгізуді талап етеді.

Қорытынды

1. Зерттеу нәтижелері су шаруашылығы саласында кадр даярлаудың дуалды моделін енгізу еңбек нарығының нақты қажеттіліктеріне бағытталған мамандарды қалыптастыру үшін тиімді құрал екенін көрсетті. Дуалды оқыту теориялық білім мен өндірістік тәжірибені ұштастыру арқылы техникалық мамандардың кәсіби бейімделуін жеделдетуге мүмкіндік береді.

2. Дуалды оқыту моделінің табысты іске асуы оқу орындары, өндірістік кәсіпорындар және мемлекеттік органдар арасындағы институционалдық өзара әріптестіктің деңгейіне тікелей тәуелді екені анықталды. Бұл әріптестік тұрақты сипат алып, оқу бағдарламаларын әзірлеу мен бағалау процестеріне жұмыс берушілердің жүйелі қатысуын талап етеді.

3. Қазақстан жағдайында дуалды оқытуды су шаруашылығы саласына енгізу барысында кадр тапшылығы, оқу бағдарламаларының өндірістік талаптарға толық сәйкес келмеуі және цифрлық технологияларды қолданудың жеткіліксіздігі сияқты бірқатар шектеулер сақталып отыр. Бұл мәселелерді шешу салалық білім беру жүйесін жаңғыртудың маңызды бағыты болып табылады.

4. «Flood-MAR-Kaz» бағдарламасы дуалды оқытуды цифрлық модельдеу, геоақпараттық талдау және қолданбалы инженерлік міндеттермен байланыстырудың практикалық мүмкіндігін көрсетті. Мұндай тәсіл болашақ мамандардың су ресурстарын басқарудағы кешенді ойлау қабілетін қалыптастыруға ықпал етеді.

5. Геоақпараттық жүйелер мен қашықтан зондтау технологияларын оқу процесіне енгізу су шаруашылығы саласындағы дуалды оқытудың мазмұнын күшейтіп, табиғи және әлеуметтік-экономикалық факторларды кешенді бағалауға мүмкіндік береді.

6. Жалпы алғанда, су шаруашылығы саласында кадр даярлаудың дуалды моделін дамыту тәжірибеге бағытталған білім беруді күшейтуге, өңірлік деңгейде білікті мамандарды қалыптастыруға және су ресурстарын орнықты басқару міндеттерін шешуге ықпал етеді.

Авторлардың үлесі: Скакова Айжан: зерттеу мақсаты мен міндеттерін қою, әдістемелік тәсілдерді негіздеу, мақала мәтінін жазу, зерттеудің барлық кезеңдеріне жетекшілік ету, нәтижелердің практикалық қолданылуын және тиімділігін растау; Утепов Арман: зерттеу нәтижелерін интерпретациялау, деректерді жинау мен талдау, әдеби шолу, визуализациялау, жарияланым мәтінін редакциялау және толықтыру; Шынбергенова Қарлығаш: мақаланың бастапқы нұсқасын жазу, әдістеме.

Мүдделер қақтығысы: авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Қаржыландыру көзі: мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің жобасы шеңберінде дайындалды «Жамбыл, Алматы, Жетісу, Абай және Шығыс Қазақстан облыстары үшін гидрогеологиялық стратегияларды қолдана отырып, су тартқыш қабаттарды басқарылатын толықтыру арқылы сел мен құрғақшы-

лық салдарын азайту инновациялық тәсілдері» Жоба №: BR27197639, 2025-2026жж.

Әдебиеттер тізімі

[1] Ye, J.H. Sustainability of technical and vocational education and training (TVET) along with vocational psychology / J.H. Ye, Zh. He, B. Bai, Y.F. Wu // Behavioral Sciences. – 2024. – Vol. 14. – Issue 10. – Article bs14100859.

[2] Martínez-Izquierdo, L. Dual vocational education and training systems' governance model and policy transfer: the role of the European union in its diffusion / L. Martínez-Izquierdo, M. Torres Sánchez // Social Sciences. – 2022. – Vol. 11. – №. 9. – Article: 2154496. <https://doi.org/10.3390/socsci11090403>

[3] Schmitz, G.H., Cullmann, J., Nacken, H. Capacity building in integrated urban water resources management: From Vision to Practice [Electronic resource]. - 2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/270575939_Capacity_Building_in_Integrated_Urban_Water_Resources_Management_From_Vision_to_Practice (date of access: 12.12. 2025).

[4] Koulouri, A., Mouraviev, N. Governance of the water-energy-food nexus: A relational equity approach // Policy and Governance in the Water-Energy-Food Nexus [Electronic resource]. - 2019. Available at: <https://www.taylor-francis.com/chapters/edit/10.4324/9780429427718-2/governance-water-energy-food-nexus-anastasia-koulouri-nikolai-mouraviev> (date of access: 12.12.2025).

[5] Katusiime, J. Integrated water resources management approaches to improve water resources governance / J. Katusiime, B. Schütt // Water. – 2020. – Vol. 12. – Issue 12. – Article 3424. <https://doi.org/10.3390/w12123424>

[6] Lee, S. Multi-Level prioritization analysis of water governance components to improve agricultural water-Saving policy: A case study from Korea / S. Lee, B. Adelodun, M.J. Ahmad, K.Sook Choi // Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – Issue 6. – Article 3248. <https://doi.org/10.3390/su14063248>

[7] Das, A. Smart and sustainable water management: policy, technology, and innovation pathways for resource resilience / A. Das, S. Mishra // Green Technology, Resilience, and Sustainability. - 2025. - Vol. 5. - Issue 1. - P.1-26. <https://doi.org/10.1007/s44173-025-00022-8>

[8] Wu, F. Relevance in a state of flux: Civil society and environmental protection in Kazakhstan / F. Wu // Authoritarianism and Civil Society in Asia. – Routledge, 2022. – Article 57446.

[9] Abdullaev, I. Current challenges in Central Asian water governance and their implications for research, higher education, and science-policy interaction / I. Abdullaev, A. Assubayeva, I. Bobojonov, N. Djanibekov, I. Dombrowsky, A. Gafurov, D. Ziganshina // Central Asian Journal of Water Research. - 2025. - Vol.11. - №1. - P.47-58.

https://doi.org/10.29258/CAJWR/2025-R1.v11-1/47-58.eng

[10] European Commission. Directive // EC Directive [Electronic resource]– 2000. Available at: <https://www.eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/eng> (date of access: 15.12.2025).

[11] Boogaard, F. Europe's state of water 2024: the need for improved water resilience [Electronic resource]. - 2024. Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-state-of-water-2024> (date of access: 15.12.2025).

[12] Wasreb. Impact 17: Performance of Kenya's Water Services Sector 2023/24; Water Services Regulatory Board: Nairobi, Kenya [Electronic resource]. 2023-2024. Available at: <https://www.wasreb.go.ke/wp-content/uploads/2025/06/IMPACT-REPORT-17.pdf> (date of access: 15.12.2025).

[13] Wang, S. Specifics of training specialists in the field of water resources logistics / S. Wang, W. Guan, J. Wu, L. Zhang, N. Shakeeva, B. Yang // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences.- 2024. – Vol. 107. – Article 05007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410705007>

[14] Рахимова, Ф.И. Практики зарубежных стран по организации дуального образования // European research [Электронный ресурс]. - 2023.–URL: <https://www.cyberleninka.ru/article/n/praktiki-zarubezhnyh-stran-po-organizatsii-dualnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 12.12.2025).

[15] Babayev, V. Vocational Employer-Sponsored Education of Employees of the Water Supply and Sewage / V. Babayev, D. Roslavtsev, K. Sorokina // Balkan Region Conference on Engineering and Business Education. - 2019. – Vol.1.-Issue 1.- P.235-242. <https://doi.org/10.2478/cplbu-2020-0027>

[16] Каюмов, И.А., Низамова, А.Х. Профессиональная переподготовка специалистов строительного производства [Электронный ресурс]. - 2021.– URL: <https://www.cyberleninka.ru/article/n/professionalnaya-perepodgotovka-spetsialistov-stroitel'nogo-proizvodstva> (дата обращения: 12.12.2025).

[17] Олійник, Н.І., Крилова І.І. Підготовка фахівців у сфері водопостачання та водовідведення в умовах реформування системи державного управління / Н.І. Олійник, І.І. Крилова // Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – №. 19. – С. 73-78. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2018.19.73>

References

[1] Ye, J.H., He, Zh., Bai, B., Wu, Y.F. (2024). Sustainability of technical and vocational education and training (TVET) along with vocational psychology. *Behavioral Sciences*, 14(10), bs14100859 [in English].

[2] Martínez-Izquierdo, L., Torres Sánchez, M. (2022). Dual vocational education and training systems' governance model and policy transfer: the role of the European Union in its diffusion.

Social Sciences, 11(9), Article 2154496. <https://doi.org/10.3390/socsci11090403> [in English].

[3] Schmitz, G.H., Cullmann, J., Nacken, H. (2018). Capacity building in integrated urban water resources management: From vision to practice. Available at: https://www.researchgate.net/publication/270575939_Capacity_Building_in_Integrated_Urban_Water_Resources_Management_From_Vision_to_Practice (date of access: 12.12.2025) [in English].

[4] Koulouri, A., Mouraviev, N. (2019). Governance of the water-energy-food nexus: A relational equity approach. In: *Policy and Governance in the Water-Energy-Food Nexus*. Available at: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429427718-2/governance-water-energy-food-nexus-anastasia-koulouri-nikolai-mouraviev> (date of access: 12.12.2025) [in English].

[5] Katusiime, J., Schütt, B. (2020). Integrated water resources management approaches to improve water resources governance. *Water*, 12(12), 3424. <https://doi.org/10.3390/w12123424> [in English].

[6] Lee, S., Adelodun, B., Ahmad, M.J., Sook Choi, K. (2022). Multi-level prioritization analysis of water governance components to improve agricultural water-saving policy: A case study from Korea. *Sustainability*, 14(6), 3248. <https://doi.org/10.3390/su14063248> [in English].

[7] Das, A., Mishra, S. (2025). Smart and sustainable water management: policy, technology, and innovation pathways for resource resilience. *Green Technology, Resilience, and Sustainability*, 5(1), 1–26. <https://doi.org/10.1007/s44173-025-00022-8> [in English].

[8] Wu, F. (2022). Relevance in a state of flux: Civil society and environmental protection in Kazakhstan. In: *Authoritarianism and Civil Society in Asia*. Routledge [in English].

[9] Abdullaev, I., Assubayeva, A., Bobojonov, I., Djanibekov, N., Dombrowsky, I., Gafurov, A., Ziganshina, D. (2025). Current challenges in Central Asian water governance and their implications for research, higher education, and science-policy interaction. *Central Asian Journal of Water Research*, 11(1), 47–58. <https://doi.org/10.29258/CAJWR/2025-R1.v11-1/47-58.eng> [in English].

[10] European Commission (2000). EC Directive. Available at: <https://www.eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj/eng> (date of access: 15.12.2025) [in English].

[11] Boogaard, F. (2024). Europe's state of water 2024: the need for improved water resilience. Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-state-of-water-2024> (date of access: 15.12.2025) [in English].

[12] Wasreb (2024). Impact 17: Performance of Kenya's Water Services Sector 2023/24. Nairobi, Kenya. Available at: <https://www.wasreb.go.ke/wp-content/uploads/2025/06/IMPACT-REPORT-17.pdf> (date of access: 15.12.2025) [in English].

[13] Wang, S., Guan, W., Wu, J., Zhang, L., Shakeeva, N., Yang, B. (2024). Specifics of training specialists in the field of water resources logistics. *BIO Web of Conferences*, 107, 05007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410705007> [in English].

[14] Rakhimova, F.I. (2023). Praktiki zarubezhnyh stran po organizatsii dual'nogo obrazovaniya [Practices of foreign countries in organizing dual education]. Available at: <https://www.cyberleninka.ru/article/n/praktiki-zarubezhnyh-stran-po-organizatsii-dualnogo-obrazovaniya> (date of access: 12.12.2025) [in Russian].

[15] Babayev, V., Roslavytsev, D., Sorokina, K. (2019). Vocational employer-sponsored education of employees of the water supply and sewage. *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education*, 1(1), 235–242. <https://doi.org/10.2478/cplbu-2020-0027> [in English].

[16] Kajumov, I.A., Nizamova, A.H. (2021). Professional'naja perepodgotovka specialistov stroitel'nogo proizvodstva [Professional retraining of specialists in construction production]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnaya-perepodgotovka-spetsialistov-stroitel-nogo-proizvodstva> (date of access: 12.12.2025) [in Russian].

[17] Oliynyk, N.I., Krylova, I.I. (2018). Pidgotovka fakhivtsiv u sferi vodopostachannia ta vodovidvedennia v umovakh reformuvannia systemy derzhavnoho upravlinnia [Training specialists in the field of water supply and sewerage in the conditions of reforming the public administration system]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, 19, 73-78. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2018.19.73> [in Ukrainian].

Авторлар туралы ақпарат:

Скакова Айжан; география ғылымдарының кандидаты; ғылыми қызметкері; Қазақ-Британ техникалық университеті; 050000 Төлеби көш., 59, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: aizhan.skakova777@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-4178-6748>

Утепов Арман - негізгі автор; Ph.D; ғылыми қызметкері; Қазақстан-Британ техникалық университеті; 050000 Төле би көш., 59, Алматы қ., Қазақстан; e-mail: utepov.arman@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7794-6473>

Шынбергенова Қарлығаш; техника ғылымдарының кандидаты; «Экология» кафедрасының доценты; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті; 010000 Жеңіс даңғ., 62, Астана қ., Қазақстан; e-mail: karligash_jez@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7653-4955>

Information about authors:

Skakova Aizhan; Candidate of Geographical Sciences; Research; Kazakh-British Technical University; Kazakhstan; 050000 Tole Bi str., 59, Almaty, Kazakhstan; e-mail: aizhan.skakova777@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-4178-6748>

Utepov Arman - The main author; Ph.D; Research; Kazakh-British Technical University; 050000 Tole Bi str., 59, Almaty, Kazakhstan; e-mail: utepov.arman@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7794-6473>

Shynbergenova Karlygash; Candidate of Engineering Sciences; Associate Professor of the Department of Ecology; S. Seifullin Kazakh Agro-Technical Research University; 010000 Zhenis Ave., 62, Astana, Kazakhstan; e-mail: karligash_jez@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7653-4955>

Информация об авторах:

Скакова Айжан; кандидат географических наук; научный сотрудник; Казахстанско-Британский технический университет; 050000 ул. Толе би, 59, г.Алматы, Казахстан; e-mail: aizhan.skakova777@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-4178-6748>

Утепов Арман - основной автор; Ph.D; Казахстанско-Британский технический университет; 050000 ул. Толе Би, 59, г.Алматы, Казахстан; e-mail: utepov.arman@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7794-6473>

Шынбергенова Карлығаш; кандидат технических наук; доцент кафедры «Экология»; Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина; 010000 пр. Женис, 62, г.Астана, Казахстан; e-mail: karligash_jez@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7653-4955>