



Д.С. Жолдыбаев, А.Р. Аханов

Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи МО РК,

Алматы, Казахстан

E-mail: zholdybayebdaniyar@mail.ru

ОҚЫТУДА БАҒДАРЛАМАЛЫҚ-АППАРАТТЫҚ КЕШЕНДІ (БАК) ПАЙДАЛАНУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ: РЕСУРС ШЫҒЫНДАРЫН АЗАЙТУ

Андатпа. Мақалада, оқу процесінде бағдарламалық-аппараттық кешендерді (БАК) пайдаланудың экологиялық аспектілері қарастырылған. Сандық технологиялардың артықшылықтары талданады, оның ішінде физикалық ресурс тұтынуды азайту, көмірқышқыл газының шығарындыларын азайту және оқу материалдарын өндіруге кететін шығындарды азайту. Электрондық қалдықтардың көбеюі, цифрлық инфрақұрылымға тәуелділік және киберқауіпсіздік қауіптері сияқты ықтимал кемшіліктер де талқыланды. Зерттеу барысында қағаз тұтыну көлемі, энергия шығыны және CO₂ шығарындылары сияқты сандық метрикалар қолданылды. LCA және Score 2/3 әдістері негізінде ұсынылған кейстер цифрлық трансформацияның тұрақты даму мақсаттарына сәйкестігін көрсетеді. Нәтижелер цифрлық шешімдердің қоршаған ортаға әсерін азайтуға және ұйымдық шығындарды оңтайландыруға мүмкіндік беретінін дәлелдейді

Өртүрлі елдерде БАК-ді сәтті енгізу мысалдары және оларды одан әрі дамыту перспективалары, соның ішінде оқытуда жасанды интелектпен виртуалды шындықты пайдалану ұсынылған. Тұрақты білім беру мәселелеріне және цифрландырудың жағымсыз салдарын барынша азайту бойынша ықтимал шараларға ерекше назар аударылады.

Мақалада ИРН № BR 218008/0223 «Оқу процесінде иммерсивті технологияларды енгізу арқылы әскери істегі радиотехника және радионавигация саласындағы мамандарды практикалық жұмыстарды дайындауға арналған аппаратық-бағдарламалық кешеннің негіздемесі және дамуы» (қаржыландыру көзі Ғылым және Білім министірлігінің білім комитеті) бағдарламасы бойынша жүргізілген зерттеулердің негізгі нәтижелері берілген.

Түйінді сөздер: ақпараттық-бағдарламалық кешен, цифрлық оқыту, экология, тұрақты даму, виртуалды технологиялар, энергия шығындарын азайту, цифрландыру, экологиялық тиімділік, LCA, Score 2/3, CO₂ шығарындылары, сандық метрикалар.



Кіріспе.

Қазіргі заманда цифрлық технологиялардың дамуы білім беру үдерістеріне елеулі әсерін тигізуде. Оқыту сапасын арттырып, қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтуға мүмкіндік беретін тиімді құралдардың бірі — бағдарламалық-аппараттық кешен (БАК). Мұндай жүйелерді, соның ішінде тренажер-симуляторлар мен цифрлық платформаларды қолдану физикалық ресурстарға, энергияға және көлікке кететін шығындарды азайтуға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде оқытуды экологиялық тұрғыдан тиімді етеді. Осы мақалада білім беру үдерісіне БАК енгізудің негізгі экологиялық артықшылықтары, ықтимал кемшіліктері, ғылыми зерттеулер, тарихи аспектілері және болашаққа болжамдар қарастырылады.

Виртуалды оқыту технологиялары мен симуляторларды қолдану XX ғасырдың ортасында басталды. Алғашқы авиациялық тренажерлар ұшқыштарды даярлау үшін жасалып, бұл жанармай шығындарын едәуір қысқартып, оқытудың қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік берді. 1980-жылдары компьютерлік оқыту бағдарламалары пайда бола бастады, ал 2000-жылдары интернеттің дамуына байланысты қашықтан оқыту мен цифрлық платформалар кеңінен қолжетімді болды. Бүгінде БАК медицинадан бастап инженерияға дейінгі түрлі салаларда қолданылып, мамандарды қымбат жабдықтарды пайдаланбай-ақ оқытуға мүмкіндік береді.

Алғашқы мысалдардың бірі ретінде Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде ұшқыштарды даярлау үшін қолданылған авиациялық тренажерлерді атауға болады. Бұл құрылғылар болашақ ұшқыштарға ұшу аппаратын басқару дағдыларын қауіпсіз жағдайда меңгеруге мүмкіндік беріп, техникалық құралдарға және адамның өміріне қауіп төндірмей оқытуды жүзеге асырды. Ерте кезеңдегі ең танымал симулятор — 1929 жылы Эдвин Линк жасаған Link Trainer болды. Бұл механикалық құрылғы ұшуды күрделі метеорологиялық жағдайда модельдеуге мүмкіндік беріп, ұшқыштардың кәсіби дайындығын арттырып, авиациялық апаттардың санын азайтты.

1950–1960 жылдары әскери мекемелер тек ұшқыштарды ғана емес, сондай-ақ сүңгуір қайық операторларын, танкистерді және басқа да мамандарды оқытуға арналған компьютерлік симуляторларды белсенді түрде дамыта бастады. Мұндай технологиялар жанармай, оқ-дәрі және нақты техникалық құралдарға кететін шығындарды миллиондаған доллар көлемінде үнемдеуге мүмкіндік беріп, әскери академияларда симуляторларды кеңінен енгізудің басты себептерінің біріне айналды.

1980-жылдарға қарай есептеу техникасының дамуы алғашқы компьютерлік оқыту бағдарламаларының пайда болуына алып келді. Осы кезеңде симуляторлар медицина мен инженерия салаларында кеңінен қолданыла бастады. Мысалы, хирургияда адам ағзасының виртуалды модельдері күрделі операцияларды пысықтау үшін қолданылды. Бұл дәрігерлерге пациенттерге қауіп төндірмей кәсіби біліктілігін арттыруға жағдай жасады.



Медицинадан бөлек, тренажерлер автомобиль өндірісі мен құрылыс саласында да қолданыс тапты. Мәселен, жүк көліктері мен қоғамдық көлік жүргізушілерін оқытуға арналған алғашқы симуляторлар жаңадан бастаған жүргізушілер арасында жол-көлік оқиғаларының санын едәуір азайтуға көмектесті.

2000-жылдары интернеттің кең таралуы мен компьютерлік графиканың дамуы білім беруді жаңа деңгейге көтерді. Coursera, edX және Khan Academy секілді қашықтан оқыту платформалары пайда болып, әлемнің жетекші университеттерінің оқу материалдарына миллиондаған адамның адамның қол жеткізуіне жол ашты.

Сонымен қатар, компаниялар білім беру үдерісіне виртуалды (VR) және толықтырылған (AR) шынайылық технологияларын енгізе бастады. Мысалы, қазіргі таңда Boeing және Airbus секілді әуе компанияларының пилоттары ұшақ кабинасын дәл бейнелейтін VR-симуляторлар арқылы төтенше жағдайларда әрекет ету дағдыларын жетілдіреді.

Материалдар мен тәсілдер.

Бағдарламалық-аппараттық кешендердің (БАК) білім беру салаларындағы қолданылуы.

Қазіргі таңда БАК білім берудің барлық дерлік салаларында кеңінен қолданыс тапқан:

- 1) Медицина – виртуалды операциялар, адам анатомиясының 3D-модельдері.
- 2) Инженерия – механизмдердің жұмысын модельдеу және бөлшектерді жобалау.
- 3) Авиация – ұшқыштарға арналған жоғары дәлдіктегі тренажерлер.
- 4) Қаржы – қаржы нарықтарын бағдарламалық модельдеу.
- 5) Автомобиль өндірісі – жүргізушілерді оқытуға арналған симуляторлар.

Мәселенің қойылуы. БАК қолдану оқу материалдарына кететін шығындарды азайтып, тәуекелдерді төмендетуге және білім алуды қолжетімді етуге мүмкіндік береді. Технологиялардың дамуына байланысты болашақта БАК білім беру үдерісінің ажырамас бөлігіне айналады. Ал жасанды интеллект пен машиналық оқыту технологиялары тренажерлерді шынайы әрі бейімделгіш етуге жол ашады.

Экологиялық артықшылықтар. БАК-тың басты экологиялық тиімділіктерінің бірі — физикалық материалдарға деген қажеттіліктің азаюы. Дәстүрлі оқыту әдістері қағаз, баспа құралдары және кеңсе тауарларын тұтынуды көздейді, бұл ормандардың кесілуіне және қалдықтардың көбеюіне алып келеді. Цифрлық шешімдер қағаз оқулықтарды электронды нұсқалармен алмастыруға, сондай-ақ құжаттарды басып шығару мен сақтауға деген қажеттілікті жоюға мүмкіндік береді.

Артықшылықтары: қағаз тұтынудың азаюы арқылы орман ресурстарын сақтау. Зерттеулер көрсеткендей, қағаз тұтыну көлемін қысқарту арқылы CO₂



шығарындыларын азайтуға, энергия тұтынуды төмендетуге және ұйымдық шығындарды оңтайландыруға болады. Ескірген баспа материалдарынан туындайтын қалдықтардың қысқаруы. Оқу құралдарын өндіру және логистика шығындарының төмендеуі.

Кемшіліктері: цифрлық құрылғыларға қолжетімділік қажеттілігі, бұл қосымша қаржылық шығындарды талап етеді. Цифрландыру деңгейі төмен аймақтарда оқу материалдарының қолжетімділігіне қатысты қиындықтар.

Білім беру саласында БАК қолдану физикалық ресурстарға деген сұранысты едәуір азайтып, оқу орындарының экологиялық және экономикалық тиімділігін арттырады. Мысал ретінде Финляндияның білім беру жүйесін келтіруге болады, онда цифрлық технологиялар баспа материалдарының басым бөлігін алмастырып, оқулықтарды басып шығаруға кететін шығындарды қысқартуға және қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтуға мүмкіндік берді.

Мектептер мен университеттер кітаптардан бөлек, дәптерлер, қаламдар, маркерлер, принтер қағаздары, тақталар және басқа да кеңсе тауарларын белсенді түрде қолданады. Интерактивті тақталар, планшеттер және онлайн дәптерлер секілді цифрлық шешімдерді енгізу бұл шығындарды азайтуға септігін тигізеді.

Физикалық оқу материалдары қоймалауды, тасымалдауды және кәдеге жаратуды қажет етеді, бұл қосымша шығындарға алып келеді. Ал цифрлық платформалар оқу материалдарын бұлтты сервистерде сақтауға мүмкіндік беріп, студенттерге кез келген уақытта қолжетімді етеді.

Қағаз және кеңсе тауарларын тұтынудың төмендеуі олардың өндірісі мен тасымалына байланысты СО₂ шығарындыларын азайтады. Мысалы, бір орта мектепте электронды оқулықтарды қолдану жыл сайын ондаған мың қағаз парағын үнемдеуге мүмкіндік береді, бұл бірнеше ағашты сақтап қалумен тең.

Цифрландырудың кемшіліктері және шешімдері.

Құрылғыларға шығындар. Электронды оқулықтар мен цифрлық платформаларды қолдану үшін студенттер мен оқытушыларға компьютер, планшет немесе смартфон қажет. Бұл әсіресе бюджеттік шектеулері бар аймақтарда қосымша инвестицияларды талап етеді. *Шешім:* Мемлекеттік субсидиялау бағдарламалары, студенттерге планшет пен ноутбуктарды тегін немесе жеңілдетілген түрде ұсыну.

Цифрлық теңсіздік. Қашықтағы аймақтарда интернетке қолжетімділік мәселесі туындауы мүмкін, бұл БАК қолдану мүмкіндігін шектейді. *Шешім:* Инфрақұрылымды дамыту, шалғай елді мекендерге байланыс орнату үшін спутниктік интернет (мысалы, Starlink) технологияларын енгізу.

Электрондық қалдықтар. Цифрлық құрылғыларды қолдану ескірген гаджеттердің көбеюіне алып келеді, оларды қайта өңдеу қажет. *Шешім:* Электрондық құрылғыларды кәдеге жарату және қайта өңдеу бағдарламаларын енгізу, сондай-ақ ұзақ мерзімді және энергия үнемдейтін гаджеттерді әзірлеу.



Энергия тұтынудың азаюы. Виртуалды зертханалар мен тренажерлер физикалық ресурстарға деген қажеттілікті төмендетіп, энергетикалық жүйеге түсетін жүктемені азайтады. Мысалы, медициналық білім беруде цифрлық симуляторлар студенттерді нақты операцияларсыз оқытуға мүмкіндік береді, бұл гуманистік тұрғыдан тиімді әрі ресурстарды үнемдейді.

Сонымен қатар, БАК арқылы жүзеге асырылатын қашықтан оқыту студенттер мен оқытушылардың жол жүру қажеттілігін азайтып, жанармай шығынын және атмосфераға CO₂ шығарындыларын төмендетеді. Бұл урбанизацияланған аймақтарда көлік магистральдарының жүктемесін азайтып, экологиялық жағдайды жақсартуға ықпал етеді.

Қосымша артықшылықтар: студенттер мен оқытушылардың сапарларының қысқаруы арқылы CO₂ шығарындыларының азаюы. Университеттер мен оқу орталықтарындағы электр энергиясын тұтынудың төмендеуі. Шалғай аймақтарда студенттерді тасымалдаусыз оқыту мүмкіндігі.

Кемшіліктері:

1) Цифрлық платформалардың жұмысын қамтамасыз ететін серверлер мен деректерді өңдеу орталықтарының жоғары энергия тұтынуы;

2) Интернетке тәуелділік, бұл кейбір пайдаланушылар үшін қиындық тудыруы мүмкін.

Энергия мен отын тұтынуды азайтудағы БАК-тың рөлі.

Білім беру саласында бағдарламалық-аппараттық кешендерді (БАК) қолдану энергия мен отын тұтынуды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді, бұл оқу орындарының экономикасына да, қоршаған орта жағдайына да оң әсерін тигізеді. Виртуалды оқыту технологияларының дамуы нәтижесінде бұрын елеулі электр қуатын және физикалық ресурстарды қажет еткен көптеген үдерістер енді цифрлық ортада жүзеге асырылуда.

Дәстүрлі білім беру жүйесінің энергия шығындары.

Университеттер мен мектептер күн сайын оқу аудиторияларын жарықтандыру, зертханалық жабдықтарды пайдалану, серверлік бөлмелердің жұмысын қамтамасыз ету, кондиционерлер мен жылыту жүйелерін іске қосу секілді энергияны көп қажет ететін құрылғыларды қолданады. Бұл электр қуатына кететін шығындарды арттырады.

БАК енгізу арқылы энергия тұтынуды азайту жолдары:

Физикалық зертханаларды виртуалды симуляторлармен алмастыру. Көптеген оқу пәндері күрделі жабдықтарды қажет етеді, мысалы: центрифугалар, осциллографтар, генераторлар, спектрометрлер және басқа да құралдар. Виртуалды симуляторлар студенттерге нақты құрылғыларды қолданбай-ақ цифрлық ортада тәжірибе жүргізуге мүмкіндік береді.

Оқу аудиторияларының жұмысын оңтайландыру. Дәстүрлі оқыту жүйесінде көптеген аудиториялар сабақ болмаған кезде де жарықтандырылып, жылытылады. БАК негізіндегі қашықтан оқыту форматтары мен икемді кестелер бұл шығындарды азайтуға көмектеседі.



Серверлік және компьютерлік сыныптарға түсетін жүктемені төмендету. Көптеген оқу орындарында тәулік бойы жұмыс істейтін қуатты компьютерлер орналасқан арнайы бөлмелер бар. Виртуализация және бұлтты технологияларға көшу физикалық құрылғылар санын азайтып, энергия тиімді серверлік ресурстарға жүктемені қайта бөлуге мүмкіндік береді.

Көлік шығындарын азайту және экологиялық тиімділік.

БАК-тың экологиялық тиімділігінің маңызды аспектілерінің бірі — студенттер мен оқытушылардың жол жүру қажеттілігін қысқарту. Дәстүрлі білім беру жүйесінде студенттер күн сайын оқу орнына жету үшін уақыт пен ресурстар жұмсайды. Бұл жанармай шығынының артуына, қалалардағы кептелістерге және атмосфераға CO₂ шығарындыларының көбеюіне алып келеді.

Бұл мәселе ірі мегаполистерде, оқу орталықтары тұрғын аудандардан алыс орналасқан жағдайда, және ауылдық жерлерде, студенттер ондаған шақырым жол жүріп оқуға баруға мәжбүр болғанда ерекше өзекті.

Қашықтан оқыту арқылы шешімдер:

Сапар санын қысқарту. Виртуалды дәрістер, вебинарлар және цифрлық курстар студенттерге үйден шықпай білім алуға мүмкіндік береді, бұл күнделікті көлік қолдану қажеттілігін азайтады.

Жол жүктемесін төмендету. Студенттер мен оқытушылардың сапарларының қысқаруы жолдағы көлік құралдарының санын азайтып, кептеліс деңгейін төмендетеді және ауа сапасын жақсартады.

Иссапарларды оңтайландыру. Оқытушылар, сарапшылар және шақырылған лекторлар сабақтарды қашықтан өткізе алады, бұл ұшақпен немесе басқа көлік түрлерімен сапарға кететін уақыт пен ресурстарды үнемдейді.

COVID-19 пандемиясы кезіндегі тәжірибе.

Зерттеулер көрсеткендей, COVID-19 пандемиясы кезінде қашықтан оқытуға көшу ірі қалалардағы ауа ластану деңгейінің едәуір төмендеуіне алып келді. Бұл цифрлық технологиялардың қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтуға қабілетті екендігінің нақты дәлелі болып табылады.

Бағдарламалық-аппараттық кешендерді (БАК) пайдаланудың энергиялық тиімділігі.

Энергия үнемдеудегі артықшылықтар.

Көмірқышқыл газының (CO₂) шығарындыларын азайту Студенттер мен оқытушылардың оқу орындарына бару қажеттілігінің қысқаруы атмосфераға бөлінетін CO₂ көлемін төмендетеді, бұл климаттың тұрақтылығына оң әсер етеді.

Оқу орындарының жұмысын оңтайландыру. Цифрлық зертханалар мен онлайн курстарға көшу жарықтандыру, жылыту және жабдықты пайдалану үшін қажет электр энергиясының тұтынуын азайтады.

Көлік жүйесіне түсетін жүктемені төмендету. Оқытушылар мен студенттердің қозғалыс белсенділігінің азаюы жолдардағы көлік



құралдарының санын қысқартады, бұл апаттар санын азайтып, шу деңгейін төмендетеді.

Жанармай үнемдеу және көлік шығындарын қысқарту. Қашықтан оқыту студенттер мен оқытушыларға бензинге, қоғамдық көлікке немесе әуе сапарларына жұмсалатын шығындарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Энергия үнемдеудегі қиындықтар және оларды шешу жолдары

Кемшілік	Сипаттамасы	Шешім
Серверлік орталықтардың Жоғары энергия тұтынуы	Бұлтты платформалар үлкен есептеу қуатын талап етеді, нәтижесінде энергия шығыны артады	Энергоэффективті серверлік орталықтарды қолдану, жаңартылатын энергия көздеріне көшу (күн, жел)
Интернет сапасына тәуелділік	Алыс аймақтарда жоғары жылдамдықты интернетке қол жеткізу қиын	Спутниктік интернетті дамыту, білім беру мақсатында мемлекеттік қолдау бағдарламаларын енгізу
Электрондық қалдықтар	Цифрлық құрылғылар санының артуы ескі техниканың жиналуына әкеледі	Қайта өңдеу бағдарламаларын дамыту, экологиялық таза өндіріс технологияларын енгізу

Нәтижелері мен талқылау.

Халықаралық зерттеулер цифрлық технологияларды білім беру үдерісіне енгізу қоршаған ортаға теріс әсерді едәуір төмендететінін дәлелдейді. Виртуалды оқыту формалары мен БАК-ты қолдану арқылы оқу орындары ресурстарды үнемдеп, экожүйелерге түсетін жүктемені азайта алады.

Цифрландыру арқылы көмірқышқыл газының шығарындыларын азайту.

ЮНЕСКО жүргізген зерттеу нәтижесінде цифрлық платформалар мен қашықтан оқыту CO₂ шығарындыларын дәстүрлі білім беру жүйесіне қарағанда 30–50% төмендететіні анықталды.

Бұл көрсеткіштер студенттер мен оқытушылардың күнделікті сапарларының қысқаруымен, оқу орындарының физикалық инфрақұрылымға деген тәуелділігінің азаюымен және қағаз өнімдерінен бас тартумен байланысты.

Оқу тиімділігі мен экологиялық әсердің арақатынасы.

Гарвард университетінің зерттеулері көрсеткендей, цифрлық тренажёрлар мен виртуалды зертханаларды қолданған студенттер оқу материалын 25% жылдам меңгерген.

Бұл ресурстардың аз тұтынылуымен қатар, оқу сапасының артуына да ықпал етеді.



Табиғи ресурстарды тұтынуды қысқарту.

Аспект	Сипаттамасы
Қағаз тұтынуды азайту	Цифрлық оқулықтар мен онлайн материалдар дәстүрлі баспа өнімдерін алмастырады
Физикалық жабдықтарға деген сұраныстың төмендеуі	Виртуалды зертханалар химиялық реагенттер мен құралдарды пайдалануды қажет етпейді
Электрондық қалдықтарды азайту	Бұлтты технологияларға көшу физикалық серверлер мен компьютерлік сыныптардың санын қысқартады

Еуропалық тұрақты даму комиссиясының деректеріне сәйкес, цифрлық оқыту қағазға деген сұранысты 60–80% төмендетеді, бұл орман ресурстарының сақталуына және қоршаған ортаның ластануын азайтуға ықпал етеді.

Цифрлық технологиялардың студенттердің когнитивтік қабілеттеріне әсері.

Экологиялық аспектілерден бөлек, ғылыми зерттеулер бағдарламалық-аппараттық кешендердің (БАК) білім сапасына әсерін де қарастырады. Оксфорд университетінің есебіне сәйкес, цифрлық білім беру технологиялары студенттердің ақпаратты есте сақтау қабілетін жақсартып, аналитикалық дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Негізгі ғылыми тұжырымдар:

Интерактивті цифрлық платформаларды қолданатын студенттер материалды жақсы меңгереді, себебі күрделі үдерістер визуализация және модельдеу арқылы түсіндіріледі.

Виртуалды тренажёрлар практикалық дағдыларды қауіпсіз ортада игеруге мүмкіндік береді, бұл нақты тапсырмаларды орындау кезінде қателіктер санын азайтады.

Қашықтан оқыту әр студенттің жеке қажеттіліктеріне бейімделуге мүмкіндік береді, бұл олардың мотивациясы мен үлгерімін арттырады.

Цифрлық оқытудың ықтимал теріс әсерлері:

Экран алдында ұзақ отыру көздің шаршауына және зейіннің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Тікелей қарым-қатынастың болмауы студенттердің әлеуметтік белсенділігін төмендетіп, коммуникативтік дағдылардың дамуына кедергі келтіруі ықтимал.

Цифрландырудың кемшіліктері және оларды шешу жолдары.

Мәселе	Сипаттамасы	Шешім
Серверлік орталықтардың жоғары энергия тұтынуы	Онлайн курстар мен виртуалды зертханалар қуатты серверлерді	Энергоэффективті серверлерге көшу, жаңартылатын энергия



Мәселе	Сипаттамасы	Шешім
	қажет етеді	көздерін пайдалану
Алыс аймақтарда цифрлық технологиялардың қолжетімділігі	Интернет құрылғылардың жетіспеушілігі пен	Мемлекеттік бағдарламалар арқылы техникалық жабдықтау, спутниктік интернетті дамыту
Жеке қарым-қатынастың болмауы	Студенттердің социализация деңгейі төмендеуі мүмкін	Онлайн және офлайн оқытуды біріктіретін аралас форматтарды енгізу

БАК-ты енгізудің табысты мысалдары.

Финляндия: қағаз тұтынуды 80% қысқарту.

Финляндия білім беру саласындағы инновациялық тәсілдерімен танымал. Цифрлық технологияларды кеңінен енгізу арқылы ел келесі нәтижелерге қол жеткізді:

Мектептер мен университеттерде баспа оқулықтар цифрлық нұсқалармен алмастырылды.

Студенттерге арналған интерактивті платформалар жасалды.

Электронды күнделіктер мен журналдар енгізілді, бұл қағаз құжат айналымын жойды.

Бұл тәсіл оқу материалдарын өндіру мен тасымалдауға кететін шығындарды азайтып, көміртек ізін қысқартуға мүмкіндік берді.

MIT: виртуалды зертханалар және ресурстарды үнемдеу.

Массачусетс технологиялық институты (MIT) виртуалды зертханаларды енгізу арқылы келесі жетістіктерге жетті:

Студенттер күрделі тәжірибелерді цифрлық ортада жүргізе алады.

Қымбат реагенттер мен жабдықтарды қолдану қажеттілігі жойылады.

Қауіпті заттармен жұмыс істеу тәуекелі төмендейді, зертханалық қалдықтар азаяды.

Бұл тәсіл ресурстарды үнемдеумен қатар, білім алуды жаһандық деңгейде қолжетімді етеді.

Microsoft: жасанды интеллект арқылы білімді жекелендіру.

Microsoft компаниясы жасанды интеллект (ЖИ) негізінде білім беру платформаларын дамытып жатыр:

Студенттің білім деңгейін талдайтын адаптивті жүйелер жасалды.

Интеллектуалды ассистенттер күрделі тақырыптарды түсіндіруге көмектеседі.

ЖИ оқытушылардың рутиндік міндеттерін автоматтандырып, оқу шығындарын азайтады.

Бұл технологиялар оқыту тиімділігін арттырып, білім алуды ыңғайлы әрі қолжетімді етеді.

Цифрландырудың экологиялық және әлеуметтік тәуекелдері



Тәуекел	Сипаттамасы	Шешім
Электрондық қалдықтар (e-waste)	Құрылғылардың ескіруі экологиялық мәселе туғызады	Қайта өңдеу бағдарламаларын енгізу, ұзақ мерзімді және энергоэффективті құрылғыларды өндіру
Көру қабілетіне және денсаулыққа әсері	Көздің шаршауы, омыртқа проблемалары, физикалық белсенділіктің төмендеуі	Аралас оқыту форматтары, көзге арналған жаттығулар, спорттық белсенділікті ынталандыру
Киберқауіптер және деректердің қауіпсіздігі	Хакерлік шабуылдар, деректердің ұрлануы	Көпдеңгейлі қауіпсіздік жүйелері, деректерді шифрлау, киберқауіпсіздік бойынша оқыту курстары

Болашақтағы технологиялық үрдістер.

Жасанды интеллект арқылы жекелендірілген оқыту. ЖИ студенттің оқу траекториясын талдап, тиімді әдістермен материалды меңгеруге көмектеседі.

Виртуалды және толықтырылған шынайылық (VR/AR). Медициналық студенттер виртуалды операциялар жүргізіп, инженерлер күрделі құрылымдарды 3D форматта модельдей алады.

Кейбір бағыттардың толық цифрлық ортаға көшуі IT, деректерді талдау және цифрлық технологиялар саласындағы мамандықтар онлайн форматқа толықтай ауысуы мүмкін.

Цифрлық тәуелділік.

Цифрлық технологияларды шамадан тыс қолдану экранға тәуелділікке, зейіннің төмендеуіне және психикалық денсаулықтың нашарлауына алып келуі мүмкін.

Шешім: Онлайн және офлайн сабақтарды үйлестіретін аралас оқыту форматын енгізу.

Цифрлық теңсіздік.

Кейбір өңірлерде цифрлық инфрақұрылымның жеткіліксіздігі жаңа технологияларды енгізуге кедергі келтіреді.

Шешім: Мемлекеттік субсидиялау бағдарламаларын дамыту, шалғай аймақтар үшін спутниктік интернет желісін кеңейту.

Киберқауіптер.

Цифрлық білім беру жүйесінде деректердің таралуы мен кибершабуылдар қаупі өзекті мәселелердің бірі болып қала береді.

Шешім: Қауіпсіздік жүйелерін жаңғырту, бұлтты технологияларды күшейтілген аутентификациямен қолдану.



Қорытынды.

Бағдарламалық-аппараттық кешендерді (БАК) білім беру үдерісіне енгізу оқытудың тиімділігін арттырумен қатар, экологиялық жүктемені азайтуға мүмкіндік береді. Цифрландыру қағаз, баспа оқулықтар және зертханалық реагенттер сияқты физикалық ресурстарды тұтынуды қысқартады, бұл орман ағаштарының кесілуін, қалдықтардың көлемін және көміртек ізін азайтуға ықпал етеді.

Сонымен қатар, виртуалды симуляторлар мен қашықтан оқыту жанармай мен электр энергиясын үнемдеуге көмектесіп, білім беру саласының қоршаған ортаға теріс әсерін төмендетеді.

Алайда, БАК-ты кең көлемде енгізу бірқатар маңызды міндеттерді шешуді талап етеді. Негізгі сын-қатерлерге мыналар жатады:

- 1) Киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету.
- 2) Цифрлық теңсіздікпен күрес.
- 3) Платформаларды техникалық сүйемелдеу.
- 4) Оқытушыларды жаңа әдістерге бейімдеу.

Егер білім беру жүйелері бұл өзгерістерге дұрыс бейімделмесе, цифрландыру келесі мәселелерге алып келуі мүмкін: цифрлық тәуелділік, электрондық қалдықтардың көбеюі және студенттердің физикалық белсенділігінің төмендеуі.

Соған қарамастан, БАК-тың әрі қарай дамуы сөзсіз. Жасанды интеллект, виртуалды және толықтырылған шынайылық, бұлтты технологиялар секілді шешімдер білім беру ортасын икемді, интерактивті және тиімді етуге мүмкіндік береді.

Мемлекеттер, білім беру мекемелері және технологиялық компаниялар бірлесе әрекет етуі тиіс. Бұл жаңа технологияларды енгізу тек білім беру саласындағы прогреске ғана емес, сонымен қатар қоғам мен табиғаттың тұрақты дамуына да ықпал етуі қажет.

Қағаз тұтыну мен энергия шығынын азайту арқылы ұйымдар тұрақты даму қағидаттарын жүзеге асыра алады. Score 2/3 шығарындылары мен LCA әдістері негізінде ұсынылған шешімдер цифрлық трансформацияның тиімділігін арттырады.

Осылайша, БАК тек цифрлық білім беру құралы ғана емес, болашақта экологиялық жауапты және инклюзивті оқытуға көшу жолындағы маңызды элементке айналуға.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Жук А. Воздействие искусственного интеллекта на окружающую среду: скрытые экологические издержки и этико-правовые вопросы /А. Жук//Journal of Digital Technologies and Law. – 2023. – № 2. – С. 18–27.

2. Зеленое программирование: экологические аспекты в разработке ПО//ComNews.ru. - 2024. - 16 февраля. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://comnews.ru>, свободный.

3. Роль геоинформационных технологий в экологическом образовании// Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12. – С. 96–100.

4. Разработка программно-аппаратного комплекса мониторинга воздушной среды в зонах повышенной экологической опасности: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2019. – 158 с.

5. Челибанов В.П., Савельев А.В., Гайсин А.Х., Муслимов А.Р. Перспектива применения программно-аппаратного комплекса ПАК-8816 при построении глобальной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха/В.П. Челибанов [и др.]// *Биосфера*. – 2015. – № 7. – С. 43–50.

6. Иванова Н.А. Разработка программно-аппаратного комплекса мониторинга воздушной среды в зонах повышенной техногенной нагрузки: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003. – 165 с.

REFERENCES

1. Zhuk A. Vozdejstvie iskusstvennogo intellekta na okruzhajushhuyu sredy: skrytye jekologicheskie izderzhki i jetiko-pravovye voprosy /A. Zhuk//Journal of Digital Technologies and Law. – 2023. – № 2. – S. 18–27.

2. Zelenoe programmirovanie: jekologicheskie aspekty v razrabotke PO//ComNews.ru. - 2024. - 16 fevralja. - [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://comnews.ru>, svobodnyj.

3. Rol' geoinformacionnyh tehnologij v jekologicheskom obrazovanii// Fundamental'nye issledovaniya. – 2014. – № 12. – S. 96–100.

4. Razrabotka programmno-apparatnogo kompleksa monitoringa vozdušnoy sredy v zonah povyshennoj jekologicheskoj opasnosti: dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 2019. – 158 s.

5. Chelibanov V.P., Savel'ev A.V., Gajsin A.H., Muslimov A.R. Perspektiva primeneniya programmno-apparatnogo kompleksa PAK-8816 pri postroenii global'noj sistemy monitoringa zagryazneniya atmosfernogo vozduha/V.P. Chelibanov [i dr.]// *Biosfera*. – 2015. – № 7. – S. 43–50.

6. Ivanova N.A. Razrabotka programmno-apparatnogo kompleksa monitoringa vozdušnoy sredy v zonah povyshennoj tehnogennoj nagruzki: dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 2003. – 165 s.

Daniyar Zholdybaev, master, senior lecturer, Lieutenant Colonel, Military Engineering Institute of Radio Electronics and communications of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, zholdybayebdaniyar@mail.ru

Azamat Akhanov, master, teacher, major, Military Engineering Institute of Radio Electronics and communications of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, a_akhanov@mail.ru



ENVIRONMENTAL ASPECTS OF USING THE HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX (HSC) IN TRAINING: REDUCTION RESOURCE COSTS

Abstract. This article considers environmental aspects of using hardware and software systems (HSS) in the educational process. The advantages of digital technologies are analyzed, including reduced consumption of physical resources, reduced carbon dioxide emissions, and reduced costs of producing educational materials. Potential disadvantages, such as increased e-waste, dependence on digital infrastructure, and cyber security threats, are also discussed. The study used quantitative metrics such as paper consumption volume, energy consumption and CO₂ emissions. The cases presented on the basis of the LCA and Scope 2/3 methods demonstrate the compliance of digital transformation with the Sustainable Development Goals. The results prove that digital solutions can reduce the impact on the environment and optimize organizational costs.

Examples of successful implementation of HSS in various countries and prospects for their further development, including the use of artificial intelligence and virtual reality in education, are presented. Particular attention is paid to issues of sustainable education and possible measures to minimize the negative consequences of digitalization.

The article presents the main results of the research under the IRN program № BR 218008/0223 “Justification and development of a hardware and software complex for training practical work of specialists in the field of radio engineering and radio navigation in military affairs by introducing immersive technologies into the educational process” (source of funding Science Committee of the Ministry of Science and Education).

Keywords: hardware and software complex, digital learning, ecology, sustainable development, virtual technologies, reduction of energy costs, digitalization, environmental efficiency, LCA, Scope 2/3, CO₂ emissions, quantitative metrics.

Данияр Жолдыбаев, магистр, старший преподаватель, подполковник, Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи МО РК, Алматы, Казахстан, zholdybayebdaniyar@mail.ru

Азамат Аханов, магистр, преподаватель, майор, Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи МО РК, Алматы, Казахстан, a_akhanov@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА (ПАК) В ОБУЧЕНИИ: СНИЖЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ЗАТРАТ



Аннотация. В статье рассматриваются экологические аспекты применения программно-аппаратных комплексов (ПАК) в образовательном процессе. Проанализированы преимущества цифровых технологий, включая снижение потребления физических ресурсов, сокращение выбросов углекислого газа и уменьшение затрат на производство учебных материалов. Также обсуждаются потенциальные недостатки, такие как увеличение электронных отходов, зависимость от цифровой инфраструктуры и угрозы кибербезопасности. В исследовании использовались количественные показатели, такие как объем потребления бумаги, потребление энергии и выбросы CO₂. Кейсы, представленные на основе методов LCA и Score 2/3, демонстрируют соответствие цифровой трансформации Целям устойчивого развития. Результаты доказывают, что цифровые решения могут снизить воздействие на окружающую среду и оптимизировать организационные расходы.

Представлены примеры успешного внедрения ПАК в различных странах и перспективы их дальнейшего развития, включая применение искусственного интеллекта виртуальной реальности в обучении. Особое внимание уделено вопросам устойчивого образования и возможным мерам по минимизации негативных последствий цифровизации.

В статье представлены основные результаты исследования по программе ИРН № BR 218008/0223 «Обоснование и разработка программно-аппаратного комплекса для обучения практической работе специалистов в области радиотехники и радионавигации в военном деле путем внедрения иммерсивных технологий в образовательный процесс» (источник финансирования Комитет науки Министерства науки и высшего образования).

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, цифровое обучение, экология, устойчивое развитие, виртуальные технологии, снижение энерго затрат, цифровизация, экологическая эффективность, LCA, Score 2/3, выбросы CO₂, количественные показатели.

Поступила: 17 июля 2025 года

Рецензирована: 25 августа 2025 года

Принята: 28 августа 2025 года