

Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Кабанбай батыра 28, тел.: 87026312244, e-mail: a.mukhatayev@n-k.kz.

Сакенова Карлыгаш Женисовна – кандидат химических наук, заместитель директора Национального центра развития высшего образования МНВО РК, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Кабанбай батыра 28, тел.: 87754424521, e-mail: k.sakenova@n-k.kz.

Нурмағамбетов Амантай Абилхайрович – доктор политических наук, профессор, советник директора Национального центра развития высшего образования МНВО РК, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Кабанбай батыра 28, тел.: 87017106794, e-mail: a.nurmagambetov@n-k.kz.

Ислам Акбота Шералханкызы* – магистр педагогических наук, эксперт Национального центра развития высшего образования МНВО РК, Республика Казахстан, 010000, г. Астана, пр. Кабанбай батыра 28, тел.: 87023263850, e-mail: a.islam@n-k.kz.

Mukhatayev Aidos Agdarbekovich – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Academic Advisor of the Higher Education Development National Center of MSHE RK, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 28 Kabanbai Batyr Ave., tel.: 87026312244, e-mail: a.mukhatayev@n-k.kz.

Sakenova Karlygash Zhenisovna – Candidate of Chemical Sciences, Deputy Director of the Higher Education Development National Center of MSHE RK, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 28 Kabanbai Batyr Ave., tel.: 87754424521, e-mail: k.sakenova@n-k.kz.

Nurmagambetov Amantai Abilkhairovich – Doctor of Political Sciences, Professor, Advisor of the Director of the Higher Education Development National Center of MSHE RK, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 28 Kabanbai Batyr Av., tel.: 87017106794, e-mail: a.nurmagambetov@n-k.kz.

Islam Akbota Sheralkhankyzy* – Master of Pedagogical Sciences, Expert of the Higher Education Development National Center of MSHE RK, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 28 Kabanbai Batyr Ave., tel.: 87023263850, e-mail: a.islam@n-k.kz.

Мұқатаев Айдос Ағдарбекұлы – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, ҚР ҒЖБМ Жоғары білім беруді дамыту ұлттық орталығының ғылыми кеңесшісі, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Кабанбай батыр д. 28, тел.: 87026312244, e-mail: a.mukhatayev@n-k.kz.

Сакенова Қарлыгаш Женисовна – химия ғылымдарының кандидаты, ҚР ҒЖБМ Жоғары білім беруді дамыту ұлттық орталығының директор орынбасары, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Кабанбай батыр д. 28, тел.: 87754424521, e-mail: k.sakenova@n-k.kz.

Нурмағамбетов Амантай Әбілхайырұлы – саясаттану ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҒЖБМ Жоғары білім беруді дамыту ұлттық орталығының кеңесшісі, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Кабанбай батыр д. 28, тел.: 87017106794, e-mail: a.nurmagambetov@n-k.kz.

Ислам Ақбота Шералханқызы* – педагогика ғылымдарының магистрі, ҚР ҒЖБМ Жоғары білім беруді дамыту ұлттық орталығының сарапшысы, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана қ., Кабанбай батыр д. 28, тел.: 87023263850, e-mail: a.islam@n-k.kz.

ӨОЖ37.033; 910.1

FTAMP 14.35.09

https://doi.org/10.52269/22266070_2023_3_238

БАЗАЛЫҚ ЖӘНЕ БЕЙІНДІК ПӘНДЕРДІ ОҚЫТУДА STEAM-ТЕХНОЛОГИЯНЫ ПАЙДАЛАНЫП, БОЛАШАҚ ГЕОГРАФИЯ МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ ҚҰЗІРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Мухитдинова Р.А.* – 8D01505-География білім беру бағдарламасының докторанты, I.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан Республикасы.

Баймырзаев К.М. – а.ғ.д., жаратылыстану-ғылыми бағыт бойынша білім беру бағдарламаларының профессоры, I.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада базалық және бейіндік пәндерді оқу барысында болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастырудағы STEAM-технологиясының рөлі қарастырылады. Қашықтықтан зондтау деректерін, сандық интербелсенді карталарды, білім беру үрдісінде жердегі эмпирикалық зерттеулердің нәтижелерін пайдалануға негізделген STEAM-технологияларды қолданудың тиімді әдістері талданады. STEAM технологиясын базалық және бейіндік пәндерді оқу барысында іс жүзінде қолдану нәтижелерінен мысалдар келтірілген.

STEAM технологиясының мәнін және оны білім беру үрдісінде жүзеге асыру ерекшеліктерін талдау оның білім мазмұнының жаңғыртылуы жағдайында ақпараттық қоғамның талаптарына сәйкес болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптасты-

руда және функционалдық сауаттылығын шығармашылық әрекетін дамытуда әлеуеті зор екенін анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу әдістері зерттеудің мақсаты мен міндеттеріне, тәжірибелік маңыздына сәйкес анықталады. Қойылған міндеттерді шешу үшін бақылау, талдау, бағалау, синтездеу, жобалау, эксперименттік зерттеу әдістері қолданылды.

Мақаланың негізгі ережелері мен қорытындылары білім алушылардың геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастыру және функционалдық сауаттылығын дамыту үшін жалпы білім беретін орта мектептер мен жоғары оқу орындарында географияны оқыту үрдісіне STEAM-технологиясын енгізу барысында іс жүзінде пайдаланылуы мүмкін.

Авторлардың пікірінше, STEAM-технологиясын қолдану білім алушылардың сын тұрғысынан ойлаумен зияткерлік әлеуеттерін дамытуға ықпал етумен қатар ол болашақ кәсіби қызметте шығармашылық белсенділікті арттыруға мүмкіндік береді. Өйткені ол ынтымақтастық, қарым-қатынас және ұжымдық өзара әрекеттесу дағдыларын қолдануды талап етеді.

Түйінді сөздер: геоэкология, геоэкологиялық құзіреттілік, қоршаған орта сапасы, STEAM-технология, ауаның ластануы, сандық карта.

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ГЕОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ STEAM-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БАЗОВЫХ И ПРОФИЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Мухитдинова Р.А. – докторант ОП 8D01505-География; Жетысуский университет им. И.Жансугурова, г.Талдықорған, Республика Казахстан.*

Баймырзаев К.М. – доктор географических наук, профессор образовательной программы по естественно-научному направлению, Жетысуский университет им. И.Жансугурова, г.Талдықорған, Республика Казахстан.

В статье рассматривается роль STEAM-технологии в формировании геоэкологической исследовательской компетенции будущих учителей географии при изучении базовых и профильных дисциплин. Анализируются эффективные методы применения STEAM-технологии основанные на использовании данных дистанционного зондирования, цифровых интерактивных карт, результатов эмпирических исследований на местности в образовательном процессе. Приведены практические примеры результатов использования STEAM-технологии.

Анализ сущности технологии STEAM и особенностей её внедрения в образовательный процесс позволяет предположить, что данная технология обладает большим потенциалом для формирования геоэкологической исследовательской компетенции и развития функциональной грамотности будущих учителей географии в соответствии с требованиями информационного общества в контексте обновления содержания образования.

Методы исследования определены в соответствии с целью, задачами и практической значимостью исследования. Для решения поставленных исследовательских задач были использованы методы наблюдения, анализа, оценки, проектирования, экспериментального исследования.

Основные положения и выводы статьи могут быть использованы на практике при внедрении STEAM-технологии в процесс обучения географии в общеобразовательных средних школах и вузах для формирования геоэкологической исследовательской компетенции и развития функциональной грамотности обучающихся.

По мнению авторов, использование STEAM-технологии не только будет способствовать развитию критического мышления и интеллектуального потенциала, но и создаст условия для творческой активности в будущей профессиональной деятельности, поскольку требует использования навыков сотрудничества, коммуникабельности и коллективного взаимодействия.

Ключевые слова: геоэкология, геоэкологическая компетенция, качество окружающей среды, STEAM-технология, загрязнение воздуха, цифровая карта.

FORMATION OF GEOECOLOGICAL RESEARCH COMPETENCE OF FUTURE GEOGRAPHY TEACHERS USING THE STEAM-TECHNOLOGY IN THE STUDY OF BASIC AND PROFILE DISCIPLINES

Mukhitdinova R.A. – PhD student, EP “8D01505-Geography”, Zhetysu University named after I.Zhansugurov, TalDYkorgan, Republic of Kazakhstan.*

Baimyrzayev K.M. – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Natural sciences educational program, Zhetysu University named after I.Zhansugurov, TalDYkorgan, Republic of Kazakhstan.

The article explores the role of STEAM-technology in the formation of geoeological research competence of future geography teachers while they study the basic and profile disciplines. It reviews the

effective methods of STEAM-technology application based on the use of remote sensing data, digital interactive maps and the findings of empirical field research in the learning process.

The article provides practical examples of the outcomes derived from implementing STEAM technology. Scrutinizing the essence of STEAM technology and the aspects of integration thereof into the educational process revealed that this approach harbors substantial potential for fostering the geoeological research competence and enhancing the functional proficiency of future geography teachers, which aligns with the demands of our information-driven society in the context of revitalizing educational content.

The research methods employed were chosen meticulously to comply with the research's objectives, tasks, and practical significance. In order to tackle the research tasks effectively, we applied a combination of observational, analytical, evaluative, design, and experimental research methods.

The core principles and conclusions expounded in the article can be applied in practice when incorporating STEAM-technology into geography education within general secondary schools and higher education institutions to foster students' geoeological research competence and improve their functional literacy. According to the authors, the use of STEAM-technology promises to not only advance critical thinking and intellectual capabilities but also to lay the groundwork for creative involvement in future professional endeavors, since it necessitates the use of collaboration, communication, and collective interaction skills.

Key words: *geoeology, geoeological competence, environmental quality, STEAM-technology, air pollution, digital map.*

Кіріспе. Еліміздің білім жүйесі саласындағы елеулі өзгерістер қазіргі кезеңде кеңінен қолданылатын дайын ақпаратты жаңғыртуға негізделген репродуктивті әдістерге қарама-қарсы, түбегейлі жаңа білім беру технологияларын әзірлеуді талап етеді. Бұл тұжырымды білім берудің білімге негізделген парадигмасынан құзіреттілік парадигмасына көшуге негізделген жаңа педагогикалық үлгіні қалыптастырудың қазіргі кезде байқалатын үдерісі де растайды. Ол өз кезегінде қарқынды дамып, жаңарып отыратын ақпараттық кеңістікте жылдам шарлауға, алуан түрлі мәліметтерді қабылдап, пайдалануға және жасауға, сондай-ақ алынған білім, білік және дағды негізінде саналы шешім қабылдауға, оларды өмірлік мәселелерді шешуге қабілетті уәжді құзіретті тұлға қалыптастыруға мүмкіндік береді [1, б. 67].

Қазіргі мұғалімнің базалық білімдері география, сонымен қатар, жаратылыстану пәндерін терең түсінуге, табиғатты қорғау шараларына белсене араласу арқылы экологиялық сауаттылықты меңгеруге негіз болатын, білім алушылардың бойында әмбебап пәнаралық құзіреттіліктерді қалыптастырудың тиімді әдістері мен технологияларын терең меңгеруге мүмкіндік беруі тиіс.

Географиялық білім беру мазмұнындағы өзгерістерді қарастыра отырып, жоғары педагогикалық білім беру жүйесінде геоэкологиялық және зерттеу құзіреттілігін қалыптастыруда болашақ география пәні мұғалімдерін дайындау үрдісін түрлендіру қажет деп айта аламыз. Сондықтан талдау және экологиялық іс-әрекеттерді орындауға бағытталған іргелі білімі мен терең кәсіби дағдылары бар болашақ география мұғалімдерінің дайындығын қалыптастыру міндеті ерекше өзекті болып табылады.

Қазақстанның білім мазмұнын жаңартуға көшуі STEAM білім беру жағдайында жүзеге асырылып жатқандықтан оны қолданудың негізі қаланып, тиімді әдістері анықталуда. STEAM білім берудің негізгі міндеті – білімгерлердің білім мен білік дағдыларын, олардың эксперименттік, тәжірибелік, зерттеу құзіреттіліктері мен өнертапқыштық шешімдері форматында көрсету болып табылады. Мұның бәрі ынтымақтастық орта құру, өзара әрекеттесу арқылы жүзеге асады. Бүгінгі таңда STEAM-технологиясы тек АҚШ-та ғана емес, сонымен қатар, әлемнің көптеген елдерінің білім беру жүйесінде кеңінен қолданылады және заманауи білім беру трендтерінің бірі болып табылады [2, б. 49].

Білім алушылардың зерттеу құзіреттілігін қалыптастыру мақсатында STEAM-білім беруді қолданудың теориялық-әдіснамалық мәселелерін АҚШ ғалым-педагогтары М Сандерс [3, б. 20-26], Р.Грэм [4], Ч. Фейдл, М. Биалик, Б. Триллин [5], Қазақстандық ғалым педагогтар Д. Д. Жантасова, Д. Р. Ахметова [6], Беларусь және Ресей ғалымдары Е. Я. Аршанский, Н. С. Сологуб [7] және т. б. зерттеушілер қарастырған. С.Хауда, А. Наилә және Б. Самир [8] берілетін білімді басқару және оларды виртуалды оқу қауымдастығында қайта пайдаланудың тиімділігін Б.Курниаван, А. Пурномо, А. Вирадимаджа, А. Сукамто [9] білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын арттыру үшін кең көлемді хабар тарататын оқу дизайнын пайдалану, ал А.Лю, Дж.Ньюсом, С.Шунн, Р. Шуп роботталған үлгілерді пайдалану негізінде білімгерлердің бағдарламалауды жылдам меңгерту мәселелерін дидактикалық мәселелерін зерттеді [10, б. 16].

Қазақстанда білім беруді дамытудың 2025 жылға дейінгі стратегиясы оқу үдерісіне заманауи технологияларды енгізуді талап етеді, сондықтан STEAM-ті пайдалану мәселесі бүгінгі таңда ерекше өзекті мәселе болып отыр [11]. Сондықтан әртүрлі академиялық деңгейлерде оқытуда STEAM білім беруді пайдалану қазіргі кезеңде классикалық білім беру жүйесіне қойылатын соңғы сынақ екенін атап өтеміз.

Зерттеу мақсаты – география пәндерін оқытуда STEAM-технологияны пайдаланып, болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастыру.

Зерттеу әдістері ретінде далалық бақылау, талдау, жобалау, бағалау, саралау, эксперименттік зерттеу әдістері қолданылды.

Негізгі бөлім. Жаңа мемлекеттік білім беру стандартының талаптарына сәйкес білім алушылардың зерттеу дағдыларын қалыптастыру ерекше орын алатын. Бұл туындаған өзекті мәселені көруді, оны шешудің баламалы, стандартты емес жолдарын табуды, жаңа өзекті жағдайларды талдау үшін бұрын қалыптасқан білім, білік дағдыларды іс жүзінде пайдаланып, күрделі пайымдаулар мен қорытындыларды шығаруды, олардың туу себептерімен салдарын, бір-бірімен өзара байланыстарын анықтауға қабілетті болуды, сонымен қатар, болжамдар ұсынуды, географиялық нысан немесе үрдіс туралы тұтас көзқарасты меңгеруге қайшы келетін дәйектерді түсіндіруді және т.б. талап етеді. Білім алушылардың жоғарыда аталған білік дағдыларын қалыптастыру зерттеу қызметін ұйымдастыруды және оған сәйкес әдістемелік қамтамасыз етуді қамтиды.

Ғылыми-зерттеу іс-әрекетіне білім алушылардың зерттеу сипатындағы оқу міндеттерін шешу үшін жаңа ақпаратты өз бетімен іздену, зерделеу (зерттеу), талдау, түрлендіру әдістерін меңгеру, шығармашылық қабілеттерін дамыту, өзекті мәселені шешудің балама құралдары мен жолдарын іздеу, жаңа өнім алу және оны іс жүзінде пайдалану қабілеттері жатады. Сондықтан білім алушыларда геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастырулың маңызы зор.

Әдіскер ғалымдардың пікірлеріне сәйкес, оқу материалының мазмұны, дәстүрлі оқыту әдістері мен оқу үдерісін ұйымдастыру формалары білім алушылардың заман талабына сай жан-жақты дамуына толық ықпал ете алмайды. Осыған орай білім алушылардың әмбебап оқу-танымдық әрекетін қалыптастыру қажеттілігі мен дәстүрлі оқыту жағдайында бұл үрдісті меңгерту әдістерін дамыту технологиясы арасында қарама-қайшылық туындайды.

Жүргізілген зерттеулер барысында жинақталған мәліметтеге жасалған талдаулар жоғарыда аталған өзекті мәселелерді оңтайлы шешуде базалық және бейіндік пәндерді оқыту барысында STEAM білім беру технологиясын қолдану негізінде география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастырудың маңызы зор екенін көрсетті.

Сондықтан авторлар 2021-2023 жылдар аралығында І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті дайындайтын В01509-География, 6В01510-География-Тарих білім беру бағдарламаларының геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыру үшін базалық және бейіндік пәндерді оқу үрдісінде жаратылыстану, математика ғылымдарының жетістіктерін, заманауи сандық технологияларды, геоақпараттық жүйелерді, Қазақстан Республикасының ұлттық гидрометеорологиялық қызметінің ауа мен судың сапасына жүргізген бақылау мәліметтерін пайдалануға негізделген STEAM білім берудің тиімді әдіс-тәсілдерін қолданды.

Эксперименттік зерттеу барысында STEAM білім беру технологиясын пайдалану Талдықорған қаласы аумағындағы ауаның сапасын арнайы приборламен бақылауға, қашықтықтан зондтау, «Барс» кәсіби метеорологиялық станциясының, meteoblue.com/ru/, ventusky.com сандық синоптикалық Интернет карталарының мәліметтерін пайдалануға негізделді.

Тәжірибелік сабақтарда білімгерлер ГАНГ-4 портативті автоматты газ талдағыш құрылғымен Талдықорған қаласының әртүрлі бөліктерінен ауаның зиянды қосылыстармен ластану деңгейін анықтау жұмыстарын жүргізді. «Барс» сандық автоматты метеорологиялық станциясының мәліметтері бойынша, ауаның құрамындағы SO₂, NO₂, CO₂, NO, фенол және т.б. ластаушы зиянды заттардың мөлшері анықталды.

Жүргізілген зерттеулер барысында автокөлік пен қала тұзуші кәсіпорындардан бөлінген жоғарыда аталған зиянды қосылыстамен қоршаған ортаны ластайтын негізгі көздерді анықталды. Тұрақты бақылаулар нәтижелерін талдау негізінде Талдықорған қаласы ауа алабының зиянды қосылыстармен ластану деңгейлерінің графигі құрылды.

STEAM білім беру технологиясын іс жүзінде пайдалануға 6В01509-География, 6В01510-География-Тарих білім беру бағдарламаларында «Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері», «Метеорология және климатология негіздері» пәндерін оқыту барысында оқу мақсаттарына сәйкес қашықтықтан зондтаудың, сандық «Барс» кәсіби метеорологиялық бекеттің, ventusky.com, meteoblue.com/ru/ т.б. заманауи интербелсенді виртуалды Интернет-карталардың жергілікті жерде қоршаған ортаның ластануына қатысты мәліметтерін білім алушылардың арнайы пәндік, әмбебап пәнаралық және геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыру, функционалдық сауаттылықтарын дамыту мақсатында қолдану мүмкіндіктері негіз болды [12].

Себебі, 6В01509-География, 6В01510-География-Тарих білім беру бағдарламаларының базалық және бейіндік пәндерінің оқу мақсаттары жергілікті жердегі табиғи, әлеуметтік-экономикалық және экологиялық үрдістер мен құбылыстардың мониторингін және қашықтықтан зондтау барысында алынған сандық мәліметтерді саралау негізінде математикалық, картографиялық және графигтік үлгілеуді жасауды талап етеді. Ол өз кезегінде білім алушылардың талдау, жинақтау, бағалау, үлгілеу дағдыларын қалыптастырады.

2021-2023 жылдар аралығында STEAM білім беру қағидаларына сәйкес 6В01509-География, 6В01510- География-Тарих білім беру білім беру бағдарламаларының 2-4 курстарында «Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері», «Геоглобалистика және геоурбанистика негіздері»,

«Метеорология және климатология негіздері» пәндерін оқытуда білімгерлердің геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыру мақсаттарында Талдықорған қаласының қала түзуші кәсіпорындары мен көліктің қоршаған ортаның зиянды қосылыстармен ластануына тигізетін әсерін анықтау мақсатында геоэкологиялық зерттеулер жүргіздік. Оған 2-4 курстардың 30 білімгері қатысты

Зерттеу мақсатына, білімгерлер қаланың әр түрлі бөліктерінде автокөлік пен қала түзуші кәсіпорындардан ауаға бөлінетін зиянды қосылыстарды анықтау мақсатында «ГАНГ-4» автоматты газталдау құрылғысымен бақылау жұмыстарын жүргізді (1-кесте).

1-кесте – 2021-2023 жылдар аралығында білімгерлердің «ГАНГ-4» автоматты газталдау құрылғысымен Талдықорған қаласының әр түрлі бөлігінің зиянды қосылыстармен ластану деңгейлеріне жүргізілген бақылау нәтижелері

Зиянды қосылыстардың химиялық құрамы	ШРК мөлшері	Қаладағы ауа құрамына өлшеу жүргізген нүктелер					
		Қайнар АҚБ аккумулятор зауыты	Бас қуат жылу энергетика орталығы	Екінші шағын аудан	Арман зауыты	Ақынсара – Қабанбай көшелерінің қилысы	Металл конструкция зауытының ауласы
Pb , мг/ м³	0,01	0,008	0,0002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0009
SO ₂	0,5	0,003	0,009	0,005	0,004	0,006	0,006
NO ₂ мг/ м³	0,4	0,006	0,04	0,03	0,02	0,003	0,02
Фенол, мг/ м³	0,01	0,0004	0,0007	0,0002	0,0003	0,0005	0,0004
Түтіннен бөлінген күйе, мг/м³	0,1	0,07	0,09	0,03	0,02	0,04	0,05
Шаң-тозаң, мг/ м³	0,5	0,08	0,4	0,1	0,03	0,01	0,08

Ескерту: ШРК –шекті рұқсат етілген концентрация

Білімгерлердің ГАНГ-4 автоматты газ талдау құрылғысын қолданып, қала түзуші кәсіпорындар мен көліктің ауа алабының ластануына тигізетін кері әсерін геоэкологиялық тұрғыдан зерттеу, талдау, бағалау және үлгілеу дағдыларын қалыптастыру үшін Талдықорған қаласының қаланың әртүрлі бөліктерінен қар және жаңбыр суларының сынамалары алынып, көлік көп жүретін батыс, шығыс, орталық, сонымен қатар, ірі зауттар шоғырланған оңтүстік және оңтүстік-батыс бөліктерінде ауаның газдық құрамын бақылау, химиялық құрамына талдау жұмыстары жүргізілді [13; 14, б. 31-37; 15].

Далалық зерттеулердің деректерін камералық өңдеу барысында білім алушылар Талдықорған қаласының ауа алабының SO₃ NO₂, Pb, Cu, Zn, SO₃ H₂S, NH₃ және т. б. зиянды қоспалармен ластанған қолайлы, елеусіз, орташа және біршама қатты ластанған аумақтары анықтады. Жүргізілген эксперименттік зерттеулер барысында жинақталған мәліметтерге жасалған талдаулар болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастыру үшін білім беру бағдарламалары мен табиғатты қорғау мекемелерінің материалдық-техникалық базаларын, жергілікті жердегі қоршаған ортаның сапасын қашықтықтан зондтау және бақылау негізінде құрылған «Қазгидрометтің» су және ауа сапасының, сонымен қатар, ventusky.com, meteoblue.com/ru сияқты интербелсенді сандық Интернет-карталарын оқу үрдісінде тиімді пайдалану қажет деген қорытынды шығаруға мүмкіндік берді [16].

2021-2023 жылдар аралығында жүргізілген эксперименттік зерттеу нәтижелері 6B01509- География, 6B01510- География-Тарих білім беру бағдарламаларының «Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері пәнін оқытуда «Барс» автоматты метеорологиялық станциясының және сандық метеорологиялық Интернет-карталар мәліметтерін тиімді пайдалану, білім алушылардың геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыру үшін оқу үрдісінде STEAM-білім беруді қолдану білімгерлердің геоэкологиялық құзіреттіліктерін қалыптастыруда маңызы зор екенін көрсетті.

Бірінші кезеңде 2021 жылғы қыркүйек пен қараша аралығында 6B01509-География, 6B01510- География-Тарих білім беру бағдарламаларының «Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері» пәні бойынша «Қоршаған орта сапасын бақылау әдістері мен құралдары», «Қоршаған ортаның антропогендік өзгерістерінің қашықтықтан аэроғарыштық мониторингі» тақырыптарын оқыту барысында 3 және 4 курс білімгерлерімен бірлесіп, ГАНГ-4 портативті автоматты газ талдағыш құрылғысымен Талдықорған қаласының әр түрлі бөліктерінде ауаның зиянды қосылыстармен ластану деңгейін анықтау бойынша зерттеу жұмыстар жүргізілді.

Екінші кезеңде I.Жансүгіров атындағы Жетісу университетінің екінші оқу ғимаратындағы «Барс» сандық автоматты метеорологиялық бекеттің ауадағы SO₂ NO₂, CO₂, NO, фенолдың және т.б. зиянды заттардың ауадағы үлесі, олардың пайда болу себептері мен ластаушы көздері анықталды (2-кесте).

2-кесте – Талдықорғанның ауа алабының қала тұзуші кәсіпорындары мен көліктерден бөлінетін зиянды заттармен ластану көрсеткіштері [15]

Ауа құрамындағы зиянды қосылыстар	Орташа концентрация		ШРК бір реттік жоғарғы шегі		Үлесі, %	м.б.р ШРК есе артық болған жағдайы		
	мг/м ³	ШРК о.с.к. есе артық	мг/м ³	м.б.р. ШРК есе артық		ШРК>	ШРК 5>	ШРК 10>
Қалқымалы заттар 2,5>	0,096	2,7	0,42	2,6	19	422		
SO ₂	0,049	0,9	0,26	0,5	0			
CO ₂	1,6	0,5	11	2,1	5	216		
NO ₂	0,09	2,2	0,40	2,0	3	130		
NO	0,05	0,7	0,44	1,1	0	8		
HS	0,002		0,03	3,8	2	83		

Ескерту: ШРК – шекті рұқсат етілген концентрация; о.с.к. – ШРК орташа статистикалық көрсеткіші; м.б.р – ШРК максималды бір реттік көрсеткіші.

2-кестеге талдау жасау негізінде қаланың ауа алабын ластайтын негізгі ластанушы көздерді және оның алдын алу шараларын анықтауға мүмкіндік берді.

«Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері» пәнінен өткізілетін тәжірибелік сабақтар барысында «Қазгидромет» сайтындағы Қазақстанның ауа алабы мен ішкі сулары сапасының, сонымен қатар, ventusky.com, meteoblue.com/ru сияқты интербелсенді сандық Интернет-карталарының мәліметтерін талдау негізінде облыс орталықтары мен Қазақстанның ірі өнеркәсіпті қалаларының зиянды қосылыстармен ластанудеңгейлерінің түрлі себептері мен олардың алдын алу шаралары анықталды(1-сурет).



1-сурет – «Қазгидромет» сайтындағы ауа сапасының интербелсенді сандық метеорологиялық картасын талдау негізінде Қазақстанның әр түрлі бөліктеріндегі өнеркәсіпті қалалардың ауаның ластану деңгейін бағалау

2022-2023 жылдар аралығында STEAM білім беру технологиясын пайдалану негізінде болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыруды көздейті айқындаушы және қалыптастырушы эксперименттік-тәжірибелік жұмыстар барысында төменде көрсетілген деңгейлік тапсырмалар берілді.

«Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері» пәнін оқытуда білім алушылардың қоршаған ортаның ластану деңгейін анықтау үшін сандық метеорологиялық карталарды, қашықтықтан зондтау мәліметтерін пайдалану дағдыларын, геоэкологиялық құзіреттіліктерін қалыптастыруды көздейтін қалыптастырушы эксперимент барысында эксперименттік және бақылау топтарына Б.Блумның таным деңгейлерінің таксаномиясына сәйкес төмендегі деңгейлік тапсырмалар берілді:

Тапсырма. А) ventusky.com, meteoblue.com/ru / сандық метеорологиялық Интернет карталарды талдау негізінде Талдықорған қаласының ауа алабының CO, NO², NO, O₃, SO₂, PM10, PM2,5 сияқты зиянды қосылыстармен ластану деңгейін анықта және нәтижелерді 3-кестеге жазыңыздар (3-кесте).

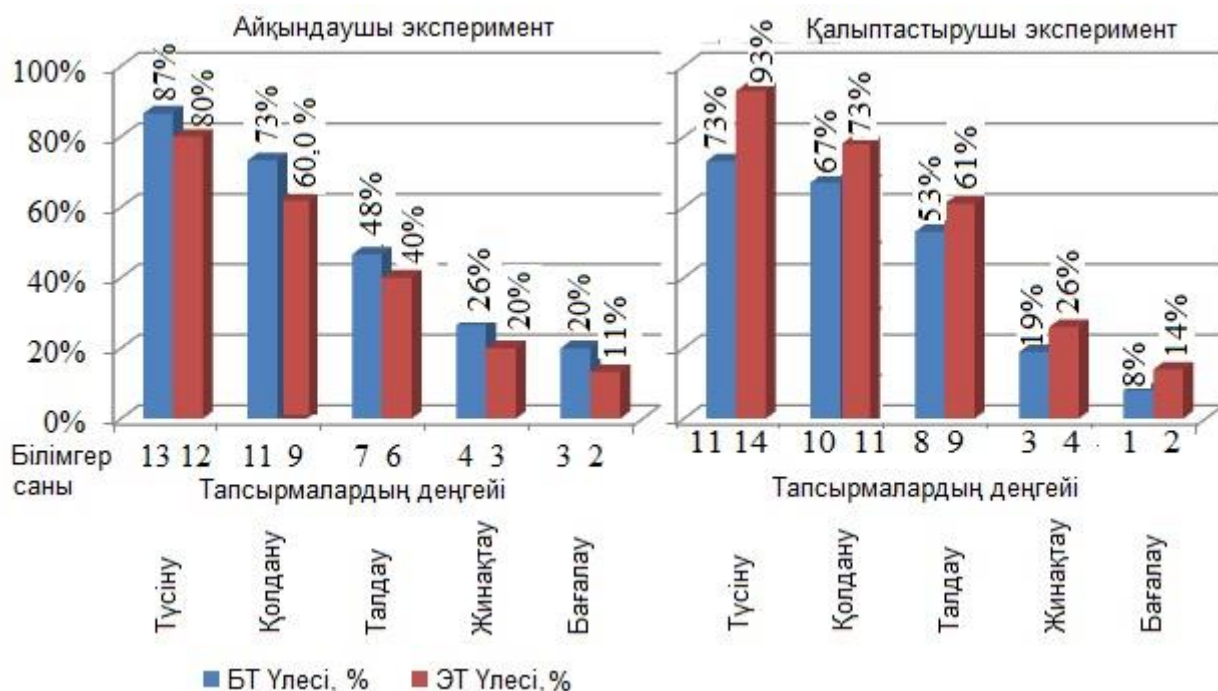
3-кесте – Интербелсенді сандық метеорологиялық Интернет-карталарды пайдаланып, білім алушылардың геоэкологиялық зерттеу дағдыларын қалыптастыруды көздейтін тапсырмалар [16]

Қазақстанның өнеркәсіпті қалалары	Қаланың ауа ортасын ластайтын зиянды қосылыстар, мг/м ³						
	CO	NO ₂	NO	O ₃	SO ₂	PM10	PM2,5
Талдықорған							
Теміртау							
Өскемен							
Негізгі қорытындылар							

Ә) 1-кестедегі ластаушы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясының мәндерін салыстыру негізінде қаланың ластану деңгейін бағалаңдар

Б) Талдықорған қаласының ауа ортасын ластайтын зиянды қоспалардың сандық мәліметтерін пайдаланып, қашықтықтан және жерүсті бақылау әдісінің түрлеріне салыстырмалы талдау жасап, олардың ішіндегі ең тиімдісін анықтандар.

6B01509-География, 6B01510-География-Тарих білім беру бағдарламаларында оқытылатын «Геоэкология және табиғатты пайдалану негіздері» «Метеорология және климатология негіздері», пәндерінен қалыптасқан, білік дағдыларын анықтауды көздейтін қолдану, талдау, жинақтау, бағалау деңгейіндегі тапсырмаларды орындауда эксперименттік және бақылау топтарында айқындаушы экспериментпен салыстырғанда бірқатар ілгерілеулер бар екенін анықтадық (2-сурет).



2-сурет. Айқындаушы және қалыптастырушы эксперименттік-тәжірибелік зерттеу барысында білімгерлердің оқу жетістіктерінің нәтижелерін бағалау мәліметтері

Ескерту: БТ-бақылау тобы; ЭТ-эксперименттік топ

2-суретке жасалған талдаулар айқындау эксперименті барысында бақылау тобымен салыстырғанда эксперименттік топ білімгерлері оқу жетістіктерінің нәтижелері түсіну деңгейіндегі тапсырмалар бойынша 7%, қолдану деңгейіндегіде 13%, талдауда 8%, жинақтауда 6% және бағалауда 9% төмен екенін көрсетті.

Айқындаушы эксперимент барысында бақылау тобымен салыстырғанда эксперименттік топтың оқу жетістіктерінің нәтижелерінің біршама төмен болуын білім алушылардың геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктері мен функционалдық сауаттылықтарының даму деңгейлерін, талдау жинақтау, бағалау дағдыларын әліде жетілдіре түсуді қажет етуімен түсіндіруге болады.

STEAM білім беру технологисын пайдалану негізінде болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастырушы эксперименттік-тәжірибелік зерттеулер барысында алынған сандық мәліметтерге жасалған талдаулар айқындаушы экспериментпен салыстырғанда эксперименттік топта түсіну және қолдану деңгейіндегі тапсырмаларда 13%, ал талдау деңгейінде 21%, жинақтау деңгейінде 6%, артқанын анықтауға мүмкіндік берді.

Оны айқындау эсперименті барысында алынған нәтижелерге түзетулер енгізу, танымдық белсенділікті арттыратын STEAM технологияны, заманауи белсенлі және интербелсенді әдістерді пайдалану, жергілікті жерде ауаның ластануына көлік пен қала түзуші кәсіпорындардың тигізетін әсерін бақылау, сандық карталар мен қашықтықтан зондтау мәліметтеріне жасалған талдауларды оқу үрдісінде іс жүзінде пайдалану барысында болашақ география мұғалімдерінде геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктері қалыптасуы, функционалдық сауаттылықтарының дамуымен түсіндіруге болады.

Базалық және бейіндік пәндерді оқыту үрдісінде, сонымен қатар, жазғы оқу іс тәжірибесі барысында заманауи ақпараттық және ГАЖ технологияларды пайдаланып, жергілікті жерде физика-географиялық, экологиялық, гидрометеорологиялық, ландшафттық зерттеулер жүргізу болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық және зерттеу құзіреттіліктерін дамытуға, әлемнің географиялық және ғылыми жаратылыстану бейнелерін қалыптастыруға мүмкіндік береді [13].

Эксперименттік зерттеу мәліметтеріне жасалған талдаулар жүйелі жүргізілген жұмыс нәтижесінде білімгерлер ГАЖ-мен, әртүрлі оқу құралдарымен, оның ішінде алуан түрлі жалпы географиялық және тақырыптық карталармен жұмыс істеудің жеткілікті тәжірибендерін меңгеретінін көрсетті. Ол өз кезегінде STEAM технологияларына негізделген тәжірибелік жұмыстар кешенін орындау үшін қолайлы фактор болып табылады деген қорытынды шығаруға мүмкіндік берді.

Тәжірибелік жұмыстарды орындау барысында білімгерлердің цифрлық метеорологиялық карталармен және қашықтықтан зондтау мәліметтерімен оқу жұмысының кейбір әдістерін меңгеріп, қаланың ауа алабын зиянды қосылыстардан тазартудың, ауа құрамындағы зиянды қосылыстардың шекті рұқсат етілген концентрациядан асырмаудың тиімді жолдарын ұсынды.

Қоршаға ортаның ластану деңгейі туралы статистикалық мәліметтерді талдау, картограммаларды құру әдістерін «Қоршаған ортаның сапасын бақылау әдістері мен құралдары» тақырыбын өту барысында сандық географиялық карталар мен Жердің жасанды серігінен ғарыштан түсірілген түсірілімдерді пайдаланып, әртүрлі аумақтардың ластану себептерінің әртүрлі болу жағдайларын анықтау әдістемесі [6] пысықталды.

2021-2023 жылдар аралығында жүргізілген зерттеу нәтижелері STEAM білім беру қағидаларына сәйкес білімгерлердің геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыруда ventusky.com, meteoblue.com/ru сияқты интербелсенді сандық экологиялық және метеорологиялық Интернет-карталармен жұмыс істеу барысында қоршаған ортаның ластануының негізгі көздерін анықтау кезінде алынған сандық мәліметтерді графиктік өңдеу, талдау, жинақтау және бағалау дағдыларын игеру болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастыруға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Жоғары дәлдіктегі аспаптарды қолданып ауаның, судың және топырақ жамылғыларының сапасын зерттеу дағдыларын, сандық метеорологиялық Интернет-карталардың, қашықтықтан зондтау мәліметтерін талдау және оларды экологиялық білім көзі ретінде пайдалану болашақ география мұғалімдерінде әлемнің ғылыми жаратылыстану бейнесін, табиғатта жүретін үрдістер мен құбылыстардың түзілу заңдылықтарын, олардың арасындағы бір ізді себеп салдарлы байланыстарды ашуға, теориялық білімді оқу үрдісінде іс жүзінде пайдалануға мүмкіндік береді [17, б. 179-193; 18, б. 89-96].

Болашақ география мұғалімінің геоэкологиялық зерттеулерінің құзіреттілігін қалыптастыруда STEAM-технологиясын жаратылыстану бағытындағы білім беру бағдарламаларына енгізу төменде көрсетілген шарттарды ескеру қажет екенін көрсетті:

- білім алушылардың табиғатта жүретін үрдістер мен құбылыстардың қалыптасу заңдылықтарын ашу мақсатында интербелсенді сандық метеорологиялық карталарды білу, түсіну және оларды пайдалану дағдыларын қалыптастыру;

- табиғатта жүретін үрдістер мен құбылыстарды тұрақты бақылауды жүзеге асыру, алынған сандық мәліметтерді тіркеу, графиктік өңдеу және үлгілеу әдістерін меңгеру;

- құрылған графиктік үлгілерді зерделеу, түсіну, талдау, жинақтау және бағалау, ғылыми басылымдар мен конференциялар жинақтарында нәтижелерді ұсыну арқылы болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыру;

- болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттерін қалыптастыру үшін білім алушылардың ғылыми қоғамының тұрақты жұмыс істеп жергілікті жердің табиғатын, қазіргі Түйінді экологиялық мәселелерін зерделеу жұмыстары жүргізілуі тиіс;

- ақпараттық қоғамның талаптарына сәйкес география мұғалімі заманауи цифрлық технологиялар туралы терең білімге ие болуы керек және адамның экономикалық қызметінің қоршаған ортаға әсерін зерттеу, алдын алу, қалпына келтіру шараларын ұсына алуы керек [19].

Базалық және бейіндік пәндерді оқыту үрдісінде STEAM білім беруді тиімді пайдалану арқылы жоғарыда аталған мәселелерді іске асыру өз кезегінде болашақ география мұғалімдерінің ғылыми зерттеулер жүргізуге деген ынтасын арттырады.

Авторлар жүргізген эксперименттік зерттеулер мен тренинг STEAM-технологияларын қолдану білімгерлердің танымдық белсенділіктерін арттырып, қоршаған ортаның ластануының негізгі көздерін анықтауда алынған сандық мәліметтерді графиктік өңдеу, талдау, жинақтау және бағалау дағдыларын меңгеруге мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұл болашақ география мұғалімдерінің геоэкологиялық және зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері төменде көрсетілген бірқатар қорытындылар шыға мүмкіндік берді:

Біріншіден, STEAM білім беру қағидаларына сәйкес, географиялық пәндерді оқыту барысында жергілікті жерде бақылау, зерттеу жұмыстарын жүргізу, заманауи сандық карталардың, қашықтықтан зондау мәліметтерін, жаратылыстану және математика ғылымдарының жетістіктерін қолдану білім алушылардың талдау, жинақтау, бағалау дағдыларын дамытып, геоэкологиялық зерттеу құзіреттіліктерін қалыптастырады.

Екіншіден, жергілікті жерде жүргізілген экологиялық зерттеу барысында жинақталған сандық мәліметтер негізінде топтық жобалау жұмыстарында тиімді пайдалану білімгерлердің оқу – танымдық, зерттеу және шығармашылық дағдыларын қалыптастырып, туындаған өзекті мәселелерді шешудің оңтайлы әдістерін меңгертеді. Ол өз кезегінде ұжымдық жобаны құру, міндеттерді өзара бөлісу ақпарат алмасу және зерттеу дағдыларын қалыптастырады.

Үшіншіден, STEAM білім беруді оқу үрдісіне енгізу оқытушының жетекшілігімен таңдаған тақырып бойынша білімгерлердің қоршаған ортаның тепе-теңдігінің сақталу заңдылықтарын анықтауды және оның сапасын бақылауды көздейтін танымдық, оқу-зерттеу жеке жобаларын өз беттерімен орындауға мүмкіндік береді. Олар өз кезегінде болашақ география пәні мұғалімінің геоэкологиялық зерттеу құзіреттілігін қалыптастырып, кеңістіктік ойлау дағдыларын дамытады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. **Khouna J., Ajana L., Rhazal A., & El Mokri, A. Are educational games engaging and motivating moroccan students to learn physics an experimental study** [Text] / J. Khouna, L. Ajana, A. Rhazal, & El Mokri // International Journal of Emerging Technologies in Learning. – 2019. – 14(16). – P. 66-82.
2. **Сологуб Н.С. Особенности построения учебной дисциплины "STEAM-подход в естественнонаучном образовании" в контексте подготовки будущих учителей естественнонаучных учебных предметов** [Текст] / Н.С. Сологуб, Е.Я. Аршанский // Высшэйшая школа. – 2021. – № 3. – С. 47-52.
3. **Sanders M. STEM, STEM education, STEMmania** [Text] / M. Sanders // The Technology Teacher. – 2009. – № 68. – P. 20–26
4. **Graham R. The global state of the art in engineering education** [Text] / R. Graham// Massachusetts Institute of Technology(MIT). – 2018. – 170 p.
5. **Фейдл Ч. Четырехмерное образование. Компетенции, Которые нужны для успеха** [Текст] / Ч. Фейдл, М. Бялик, Б. Триг. //М.: Центр образоват. разработок МШУ Сколково. – 2016. – 212 с.
6. **Джантасова Д.Д., Ахметова Д.Р. Изучение зарубежной теории и практики применения STEAM подхода в высшем образовании** [Текст] / Д.Д. Джантасова, Д.Р. Ахметова // Педагогика ипсихология. – 2021. – № 3(48). – С.141-148.
7. **Аршанский Е.Я. STEAM-образование: от модели к практической реализации** [Текст] / Е.Я. Аршанский, Н.С. Сологуб // Адукацыяівыхаванне. – 2020. – № 9. – С. 22-30.
8. **Houda S., Naila A., & Samir B. Knowledge management and reuse in virtual learning communities** [Text] /S. Houda, A. Naila,& B. Samir // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2019. – 14(16). – P. 23-39.

9. Kurniawan B., Idris Purnomo A., Wiradimadja A., & Sukamto. **Using broadcasting learning design to enhance student's experiential skill** [Text] / B. Kurniawan, A. Idris Purnomo, A. Wiradimadja, & Sukamto // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. – 2019. – 14(16). – P. 172-180.
10. Liu, A., Newsom, J., Schunn, C., Shoop, R. **Students Learn Programming Faster Through Robotic Simulation** [Text] / Liu, A., Newsom, J., Schunn, C., Shoop, R. // *Tech Directions*. – 2013. – 72(8). – P. 16-19.
11. **2-государственная программа развития образования и науки РК на 2020-2025 годы** [Электронный ресурс] – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988>
12. **Алматы, погода** [Электронный ресурс] – <https://www.ventusky.com/almaty>; <https://www.meteoblue.com/ru/погода/>
13. **Тоқпанов Е.А., Абулғазиев А.У., Сергеева А.М., Әбдімананов Б.Ш. Географияны оқыту әдістемесі** [Мәтін]: Жоғары оқу орындарының білім алушыларына арналған оқулық. 1-бөлім / Е.А.Тоқпанов, А.У.Абулғазиев, А.М. Сергеева, Б.Ш. Әбдімананов // Алматы: Эверо. – 2022. – 250 б.
14. **Мухитдинова Р.А., Даулетказинов А.Е. Формирование экологической культуры обучающихся в контексте применения методов снижения загрязнения воздуха** [Текст] / Р.А. Мухитдинова, А.Е.Даулетказинов // Сборник трудов конференции «Актуальные проблемы науки и образования», Екатеринбург 12-13 декабря 2022 г. – С 31-37.
15. **Информационный Бюллетень о состоянии окружающей среды области Жетысу** [Электронный ресурс] – Available at: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy> (accessed 25.02.2023)
16. **Текущие и прогнозные данные качества атмосферного воздуха Республики Казахстан** [Электронный ресурс] – http://ecodata.kz:3838/app_dem_visual
17. **Sabirova, F. Professional Competences in STEM Education** [Text] / F. Sabirova, M. Vinogradova, A. Isaeva, T. Litvinova // *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*. – 2020. – № 14. – P. 179–193.
18. **Ногайбаева Г. Развитие STEM-образования в мире и Казахстане** [Текст] / Ногайбаева Г. // Білімді ел – Образованная страна. – 2016. – №20 (57).-С. 89-96.
19. **Yakman, G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education** [Electronic resource] / G. Yakman // *STEAM Education*. – 2008. – P.1-28. Available at: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education (accessed 15.10.2022)

REFERENCES:

1. **Khouna J., Ajana L., Rhazal A., El Mokri A. Are educational games engaging and motivating moroccan students to learn physics an experimental study.** *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2019, 14(16), pp. 66-82.
2. **Sologub N.S. Osobennosti postroeniya uchebnoj discipliny' "STEAM-podhod v estestvennonauchnom obrazovanii" v kontekste podgotovki budushhih uchitelej estestvennonauchny'h uchebny'h predmetov** [Features of the development of the "STEAM approach in natural science education" academic discipline in the context of training future teachers of natural science]. *Vy'shejschaya shkola*, 2021, no. 3, pp. 47-52. (In Russian)
3. **Sanders M. STEM, STEM education, STEM mania.** *The Technology Teacher*, 2009, no.68, pp. 20–26
4. **Graham R. The global state of the art in engineering education.** Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2018, 170 p.
5. **Fadel C., Trilling B., Bialik M. Chetyrehmernoe obrazovanie. Kompetencii, Kotorye nuzhny dlya uspekha** [Four-Dimensional Education: The Competencies Learners Need to Succeed]. Moscow, Centrobrazovat. razrabotok MSHU Skolkovo, 2016, 212 p. (In Russian)
6. **Dzhantasova D.D., Ahmetova D.R. Izuchenie zarubezhnoj teorii i praktiki primeneniya STEAM podhoda v vy'sshem obrazovanii** [Studying foreign theory and practice of applying the STEAM approach in higher education]. *Pedagogika i psihologiya*, 2021, no.3(48), pp.141-148. (In Russian)
7. **Arshanskij E.Ya., Sologub N.S. STEAM-obrazovanie: ot modeli k prakticheskoj realizacii** [STEAM education: from model to practical implementation]. *Adukacya i vyhavanne*, 2020, no.9, pp. 22–30. (In Russian)
8. **Houda S., Naila A., Samir B. Knowledge management and reuse in virtual learning communities.** *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2019, 14(16), pp. 23-39.

9. Kurniawan B., Idris Purnomo A., Wiradimadja A., Sukamto. **Using broadcasting learning design to enhance student's experiential skill.** *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2019, 14(16), pp. 172-180.
10. Liu A., Newsom J., Schunn C., Shoop R. **Students Learn Programming Faster Through Robotic Simulation.** *Tech Directions*, 2013, 72(8), pp. 16-19.
11. **2-gosudarstvennaya programma razvitiya obrazovaniya i nauki RK na 2020-2025 gody'** [2nd state program for the development of education and science of the Republic of Kazakhstan for 2020-2025]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000988> (accessed 24 September 2023) (In Russian)
12. **Almaty, pogoda** [Almaty, weather] – Available at: <https://www.ventusky.com/almaty>; <https://www.meteoblue.com/ru/погода/> (accessed 24 September 2023) (In Russian)
13. Tokpanov E.A., Abulgaziev A.U., Sergeeva A.M., Abdimanapov B.SH. **Geografiyani okytu adistemesi** [Geography teaching methodology]. Almaty, Evero, 2022, 250 p. (In Kazakh)
14. Muhitdinova R.A., Dauletkazinov A.E. **Formirovanie e'kologicheskoy kul'tury' obuchayushchihsya v kontekste primeneniya metodov snizheniya zagryazneniya vozduha** [Formation of environmental culture of students in the context of applying air pollution restriction methods]. *Sbornik trudov konferencii «Aktual'ny'e problemy' nauki i obrazovaniya»*, Ekaterinburg, 2022, pp. 31-37. (In Russian)
15. **Informacionny'j byulleten' o sostoyanii okruzhayushchej sredy' oblasti Zhetysu** [News bulletin on the environmental health of the Zhetysu region]. Available at: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushchej-sredy> (accessed 25 February 2023) (In Russian)
16. **Tekushhie i prognozny'e danny'e kachestva atmosfernogo vozduha Respubliki Kazahstan** [Current and forecast air quality data in the Republic of Kazakhstan]. Available at: http://ecodata.kz:3838/app_dem_visual. (accessed 24 September 2023) (In Russian)
17. Sabirova F., Vinogradova M., Isaeva A., Litvinova T. **Professional Competences in STEM Education.** *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 2020, no.14, pp. 179–193.
18. Nogajbaeva G. **Razvitie STEM-obrazovaniya v mire i Kazahstane** [Development of STEM education in the world and Kazakhstan]. *Bilimdi el – Obrazovannaya strana*, 2016, no.20 (57), pp. 89-96. (In Russian)
19. Yakman G. **STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education.** *STEAM Education*, 2008, pp.1-28, available at: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education (accessed 15 October 2022)

Авторлар туралы ақпарат:

Мухитдинова Роза Абдыгалиевна* – 8D01505-География білім беру бағдарламасының докторанты, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, 040009, Талдықорған қ., І.Жансүгіров көшесі 187а, тел.: 87059101235, e-mail: mukhitdinova.ra@gmail.com.

Баймырзаев Қуат Маратұлы – география ғылымдарының докторы, профессор, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, 040009, Талдықорған қ., І.Жансүгіров көшесі 187а, тел.: 87017771255.

Мухитдинова Роза Абдыгалиевна* – докторант ОП 8D01505-География, Жетісуский университет им.И.Жансугурова, Казахстан, 040009, г. Талдықорған, ул.И.Жансугурова 187а, тел.: 87059101235, e-mail: mukhitdinova.ra@gmail.com.

Баймырзаев Куат Маратович – доктор географических наук, профессор, Жетісуский университет им.И.Жансугурова, Казахстан, 040009, г.Талдықорған, ул.И.Жансугурова 187а, тел.: 87017771255.

Mukhitdinova Roza Abdygaliyevna* – PhD student, EP “8D01505-Geography”, Zhetysu University named after I.Zhansugurov, Republic of Kazakhstan, 040009 Taldykorgan, 187a I.Zhansugurov Str., tel.: 87059101235, e-mail: mukhitdinova.ra@gmail.com.

Baimyrzayev Kuat Maratovich – Doctor of Geographical Sciences, Professor Zhetysu University named after I.Zhansugurov, Republic of Kazakhstan, 040009 Taldykorgan, 187a I.Zhansugurov Str., tel.: 87017771255.