

STEAM-ҚҰЗЫРЕТТІЛІК – ЗАМАНАУИ ПЕДАГОГТЫҢ ИНТЕГРАТИВТІ САПАСЫ

Баймағамбетов Ерлан Русланұлы

060er@mail.ru

7M01101 - Педагогика және психология білім бағдарламасының I курс магистранты,
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ, Қазақстан Республикасы
Ғылыми жетекшісі, пс.ғ.к., қауымдастырылған профессор - Сабирова Ж.Н.

Аңдатпа. Мақалада білім беруде STEAM-тәсілінің пайда болу алғышарттары талданады, сондай-ақ педагогтарда STEAM-құзыреттілікті қалыптастырудың қажеттілігіне ерекше назар аударылады. Бұл мақалада STEAM-құзыреттілік заманауи педагогтың маңызды интегративті сапасы ретінде қарастырылады. Білім беру жүйесіндегі жаңартулар мен инновациялық өзгерістер жағдайында педагогтардың ғылым, технология, инженерия, өнер және математиканы кіріктіре отырып оқыту қабілеттерін дамыту қажеттілігі талданады. Мақалада STEAM-білім берудің мәні, оның қазіргі білім беру жүйесіндегі рөлі және педагогтың кәсіби қызметіндегі маңызы сипатталады. Сонымен қатар мұғалімнің STEAM-құзыреттілігінің құрылымы мен негізгі компоненттері айқындалады. Зерттеу нәтижелері STEAM-тәсілін білім беру процесіне енгізу оқушылардың зерттеушілік, шығармашылық және сыни ойлау дағдыларын дамытуға ықпал ететінін көрсетеді. STEAM-құзыреттілікті қалыптастыру заманауи педагогтың кәсіби дамуының маңызды бағыты болып табылады және білім беру сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: STEAM-білім беру, STEAM-құзыреттілік, құзыреттілікке негізделген тәсіл, жаратылыстану білім беру, педагог.

Соңғы 100 жыл ішінде қоғам айтарлықтай өзгерістерге ұшырады. Бұл өзгерістердің негізгі қозғаушы механизмдері ретінде Индустрия 4.0 өнеркәсіптік революциясына көшу және Жаһандану 4.0 үдерісінің қарқынды дамуы қарастырылады. Ғаламдық электронизация, компьютерлендіру, автоматтандыру, ақпараттандыру, цифрландыру, технологияландыру, виртуалдандыру, зияткерлендіру және тағы басқа құбылыстар – XX ғасырда пайда болып, XXI ғасырда адамзат өмірінің ажырамас бөлігіне айналған феномендердің толық емес тізімі ғана. Қазіргі заманның мұндай жаһандық үрдістерін ұзақ тізбектеуге болады. Олар тек адамның өмір салтын өзгертіп қана қоймай, сонымен қатар қоғамның барлық салаларындағы өзгерістердің өзіндік катализаторы болып отыр. Қазіргі өндірістік мәселелер көп факторлы сипатқа ие, сондықтан оларды шешу пәнаралық тәсілді қажет етеді. Бүгінгі таңда мамандықтар да біртіндеп эволюцияға ұшырауда: бұрынғы тәжірибеге негізделген, белгілі бір алгоритм бойынша орындалатын кәсіптердің орнына жаңа мәселелерді қоя білуді және белгісіздік жағдайында күтпеген шешімдер қабылдауды талап ететін мамандықтар келуде. Яғни қоғам алгоритмге негізделген мамандықтардан алгоритмге бағынбайтын мамандықтарға, монофункционалды технологиялардан полифункционалды технологияларға, тар маманданудан әмбебаптыққа қарай бет алуда [1].

Қазіргі мамандар бір мезгілде бірнеше міндетті орындауға мәжбүр, бұл құбылыс көбіне «Юлий Цезарь эффектісі» деп аталады.

Қазіргі уақытта білім беру саласы да үлкен өзгерістердің ортасында тұр. Педагогтар түрлі заманауи технологияларды пайдалана отырып, оқушыларда болашақта кәсіби қызметті табысты атқаруға және жоғары бәсекеге қабілетті болуға қажетті құзыреттерді қалыптастыруға ұмтылуда. Жоғарыда аталған қоғам трансформациясының жаһандық үрдістері заман талабына сай жаңа білім беру технологияларының пайда болуына негіз болды. Солардың бірі – STEAM-білім беру.

STEAM-білім беру – бұл XXI ғасырдың негізгі құзыреттерін қалыптастыруға бағытталған интегративті педагогикалық технология. Оның негізінде проблемалық оқыту,

жобалық жұмыс, ғылыми-зерттеу әдістері және практикалық бағытталған оқыту тәсілдері жатыр. Бұл тәсілдер оқушыларда әлемнің тұтас бейнесін қалыптастырып, оларды қазіргі және болашақтағы әртүрлі ауқымдағы мәселелерді шешуге, сондай-ақ үнемі өзгеріп отыратын жағдайларға бейімделуге дайындауға бағытталған [2].

АҚШ-тың бұрынғы білім министрі, белгілі қоғам қайраткері Р. Райли (R.W. Riley) STEAM-білім берудің мәнін өте нақты сипаттаған: «Бүгін біз оқушыларды әлі пайда болмаған мамандықтарға және әлі ойлап табылмаған технологияларды қолдануға дайындап жатырмыз, олар арқылы біз бүгін әлі проблема деп санамайтын мәселелерді шешетін болады» [3]. Қазіргі кезде «STEAM-мамандық» деген ұғым да қалыптасты. Бұл – техникалық, жаратылыстану және инженерлік бағыттағы тар бейінді мамандықтар: компьютерлік технологиялар мен математикаға, жаратылыстану ғылымдары мен медицинаға, сәулет пен инженерияға, білім беру саласына, сондай-ақ менеджмент пен басқа да салаларға қатысты мамандықтар [4]. XXI ғасыр оқушыларында қандай құзыреттерді дамыту қажет деген мәселе бүгінгі күні де өзекті болып отыр. Бұл сұрақ жалпы білім беру жүйесінде де, STEAM-білім беру аясында да маңызды. Сондықтан болашақ STEAM-мамандық иелері ретінде жалпы білім беретін мектеп түлектеріне қандай құзыреттер қажет екенін анықтауға бағытталған түрлі ғылыми көзқарастар қарастырылуда. Қазіргі таңда жалпы орта білім берудің барлық деңгейлері үшін XXI ғасыр дағдылары мен білім беру нәтижелерінің бірқатар модельдері ұсынылған. Мысалы, Дүниежүзілік экономикалық форумның «Білім беруге жаңа көзқарас» атты баяндамасында орталық орынды «4К құзыреттері» алатын модель ұсынылған. Олар: креативтілік, сыни ойлау, коммуникация, кооперация (ынтымақтастық) [5]. Ақпарат көлемінің күрт өсуі сыни ойлауды дамыту қажеттілігін арттырса, дәстүрлі емес шешімдерді іздеу креативтілікті талап етеді. Күрделі пәнаралық жобаларды орындау командалық жұмысты қажет етеді, ал қазіргі әлемдегі шекаралардың жойылуы әртүрлі коммуникация түрлерінің дамуын талап етеді.

Ресейлік зерттеушілер «РОСНАНО мектеп лигасы» білім беру бағдарламасы аясында [6] – оның мақсаты жаратылыстану-ғылыми білім беруді насихаттау – қазіргі оқушыларда дамыту маңызды болып табылатын «жеті кемелдік сатысын», яғни жеті негізгі құзыреттілікті анықтап, ғылыми тұрғыдан негіздеді. Оқу және жазу – цифрлық медиамәтіндермен жұмыс істеу: гипермәтіндер, мультимедиялық және сызықтық емес мәтіндер, лонгридтер, инфографика. Сонымен қатар үлкен көлемдегі ақпаратты визуализациялау тәсілдерін меңгеру (майндмэппинг, скетчноутинг, скрайбинг). Коммуникация – бұл біздің білетіміздің жиынтығы мен біз танитын адамдардың мүмкіндіктерінің көбейтіндісі. Яғни бұл – айналамыздағы адамдардан ақпарат алу қабілеті, эмоционалдық интеллект пен эмпатияны дамыту. Командада жұмыс істеу – белгілі бір қызмет түрін орындау барысында адамдармен тиімді өзара әрекеттесу, ортақ іске қосқан үлесін түсіну және бірлескен жұмысты жоспарлай білу. Өзін-өзі ұйымдастыру – мақсат қоя білу, сол мақсаттарға жету үшін жеке ресурстарды дұрыс бөлу, сондай-ақ командалық жұмысты тиімді ұйымдастыру қабілеті. Өзін-өзі білімдендіру – өмір бойы білім алу қағидасына негізделген, яғни жеке білім беру траекториясын құру және оны қажет болған жағдайда түзете білу. Зерттеу – танымның ең өнімді әдістерінің бірі. Ол сұрақ қоя білу, зерттеу міндеттері мен гипотезаларды тұжырымдау, деректерді жинау және талдау, бақылау жүргізу және эксперимент жасау қабілеттерін қамтиды. Жобалау – болашаққа бағытталған ерекше көзқарас, уақыт бойынша ойша алға жылжу, қазіргі немесе болашақтағы белгілі бір өзгерістерді жүзеге асыруға бағытталған әрекет [6].

АҚШ-тың жаратылыстану-ғылыми білім беру стандарты «A Framework for K-12 Science Education» [7] негізінде STEAM тәсілі контекстінде оқушыларға қажетті негізгі құзыреттерді төмендегідей көрсетуге болады: сұрақтар қою және мәселелерді анықтау; модельдерді әзірлеу және пайдалану; зерттеуді жоспарлау және жүргізу; деректерді талдау және интерпретациялау; есептеу міндеттерін шешуде математиканы қолдану; логикалық дәлелдер келтіру және шешімдер ұсыну; дәлелдерді пайдалану; ақпараттың сапасын бағалау және оны тиімді жеткізу. Оқушылар үшін маңызды құзыреттерді қарастырғаннан кейін, құзыреттілік тәсілі саласындағы бірқатар халықаралық беделді зерттеулерге назар аударуға

болады. Бұл зерттеулерде болашақта ХХІ ғасыр мамандарына қандай құзыреттер қажет болатынын анықтауға ұмтылыс жасалған.

Жалпы әдіснамалық TUNING («Білім беру құрылымдарын үйлестіру») жобасында жоғары оқу орындары түлектеріне қажетті жалпы (әмбебап) құзыреттердің тізімі ұсынылған. Олар: жүйелік ойлау; сыни ойлау және өзін-өзі сын тұрғысынан бағалау; тайм-менеджмент (уақытты басқару); ауызша коммуникация; командада жұмыс істеу; тұлғааралық қарым-қатынас; бейімделгіштік; мәдени әртүрлілік пен мәдениетаралық өзара әрекеттесу; өзін-өзі ынталандыру; ақпаратты басқару дағдылары (әртүрлі дереккөздерден ақпарат алу және талдау); мәселелерді шешу; пәнаралық командада жұмыс істеу; зерттеу дағдылары; креативтілік; практикалық бағыттылық [8].

АҚШ-тағы The Institute for the Future институты [9] болашақ мамандар үшін маңызды келесі құзыреттерді атап көрсетеді: әлеуметтік интеллект; ойлаудың бейімделгіштігі; кроссмәдени құзыреттілік; есептеу және аналитикалық дағдылар; мағыналарды анықтау (яғни қандай мәселе шешуді талап ететінін түсіну); жаңа медиа сауаттылық; трансдисциплинарлық ойлау; дизайн-ойлау; когнитивтік жүктемені басқару; виртуалды ынтымақтастық. Педагогтар үшін маңызды STEAM-құзыреттерді талдау тұрғысынан «Future of Jobs Report 2020» атты есепте өзекті болып табылады. Бұл есепте еңбек нарығында қай құзыреттердің маңызы артып, қайсысының екінші орынға ығысатыны көрсетілген [10].

Кесте – 1. 2016–2026 жылдардағы ең маңызды 10 STEAM дағдысы

№	2016	2020	2026
1.	Күрделі мәселелерді кешенді шешу	Күрделі мәселелерді кешенді шешу	Аналитикалық ойлау және инновациялар
2.	Басқалармен үйлестіру (координация)	Басқалармен үйлестіру (координация)	Белсенді оқу және оқу стратегиялары
3.	Адам ресурстарын басқару	Адам ресурстарын басқару	Күрделі мәселелерді кешенді

			шешу
4.	Сыни ойлау	Сыни ойлау	Сыни ойлау және талдау
5.	Келіссөз жүргізу	Келіссөз жүргізу	Креативтілік, түпнұсқалық және бастамашылдық
6.	Сапаны бақылау	Сапаны бақылау	Көшбасшылық және әлеуметтік ықпал
7.	Қызмет көрсетуге бағытталу	Қызмет көрсетуге бағытталу	Технологияларды пайдалану, бақылау және басқару
8.	Пайымдау және шешім қабылдау	Пайымдау және шешім қабылдау	Технологияларды әзірлеу және бағдарламалау
9.	Белсенді тыңдау	Белсенді тыңдау	Тұрақтылық, стреске төзімділік және икемділік
10.	Креативтілік (шығармашылық)	Креативтілік (шығармашылық)	Негіздеу, мәселелерді шешу және идеяларды қалыптастыру

STEAM-құзыреттердің категориялары және олардың динамикасы. Зерттеушілер STEAM-құзыреттерін бірнеше негізгі категорияға бөлді: мәселелерді шешу, өзін-өзі басқару, адамдармен жұмыс істеу, технологияларды пайдалану және дамыту. Көріп отырғанымыздай (кесте 1), «Мәселелерді шешу» категориясы STEAM-құзыреттерінің ішінде ең маңызды болып қала береді (2020 жылы бірінші орынға шыққан). Алайда болжам бойынша 2026 жылы бұл құзырет аналитикалық ойлау және белсенді оқыту дағдылары сияқты өзектілігін жоғалтады. Ең үлкен өзгерістер рейтингте креативтілік саласында байқалады: 2020 жылы ол 10-орыннан 3-орынға көтерілді, бірақ 2026 жылы бірнеше орын төмендейді. Сонымен қатар 2020 жылы «Эмоционалдық интеллект» құзыреті пайда болып, бұрынғы «Белсенді тыңдау» құзыретін алмастырды. Жалпы алғанда, 2026 жылы «Технологияларды пайдалану және дамыту» категориясындағы STEAM-құзыреттер саны артқан. Әлемдік зерттеушілердің STEAM-құзыреттерге деген көзқарасы да қызықты [11]. Олар SELS (soft, emotional and leadership skills) деп аталатын кешенді STEAM-портфолионы ұсынады. Бұл портфолио «жұмсақ», эмоционалдық және көшбасшылық дағдылардан тұрады. STEAM-портфолио автор тарапынан екі кластерге бөлінеді (кесте 2): негізгі дағдылар (Core skills) және қолдаушы дағдылар (Supporting skills)

STEAM-құзыреттерінің негізгі және қолдаушы дағдылары:

№ Дағдылар Қысқаша сипаттама

Негізгі дағдылар

1 Сыни ойлау Бірнеше ақпарат көздерін, бастапқы деректерді бағалай білу; дәлелдер мен аргументация үшін дұрыс материалды таңдау; басқалардың жұмыстарын сыни тұрғыдан қарау; дәлелдер мен тұжырымдарды ажырата білу.

2 Күрделі мәселелерді кешенді шешу Идеялар генерациялау, мақсат пен кезеңдерді анықтау, проблеманы шешу процесін ғылыми әдіс және дизайн-ойлау тәсілі бойынша жоспарлау.

3 Креативтілік Мәселелерге әртүрлі қырынан қарау, өз пікірін білдіре білу.

4 Коммуникация Әртүрлі аудиторияға арналған тақырыптарды анық, нақты және сенімді түрде жеткізе білу қабілеті.

5 Командада жұмыс істеу Топтық жұмысқа қатысу: бірлескен жоспарлау, ұйымдастыру және ортақ іс-әрекеттерді орындау.

6 Деректерді пайдалану сауаттылығы Сапалы және сандық деректермен жұмыс істеу, аналитикалық тапсырмалар мен жобаларды зерттеу арқылы шешу.

7 Деректерді пайдалану және информатика сауаттылығы Мәселені шешу немесе дәлелдеме үшін информатика элементтерін қолдана білу.

Қолдаушы дағдылар STEAM-логикасында ойлау Проблемаларға бейтарап қарау, пәнаралық шешімдерді қарастыру, жаңашылдық іздеу, идеяларды әртүрлі жолдармен

жеткізу (мысалы, дизайн-ойлау, математикалық дәлелдеме).

8 Басқару және табандылық Проблемаларды шешу тәсілдерін зерттеуге, сәтсіздіктерді талдауға және кедергілер туындаған жағдайда жаңа тәсілдерді қабылдауға жеткілікті уақыт бөлу.

9 Әлеуметтік және мәдени сауаттылық Тұлғааралық және мәдениаралық коммуникация жүргізу; әртүрлі елдердің адамдарындағы әлеуметтік және мәдени құндылықтарды түсіну.

10 Көшбасшылық Басқарушы рөлдерді алу және көшбасшылық қасиеттерді дамыту: бастамашылық көрсету, консенсусқа қол жеткізу және топтарда тиімді қарым-қатынас жасау.

11 Этика Кәсіби қызметтің бір бөлігі ретінде этиканы білу және қолдану.

Бұл тәсіл STEAM-құзыреттерді жүйелі түрде дамытуға және заманауи оқушылар мен педагогтардың кешенді кәсіби дайындығын қамтамасыз етуге бағытталған.

STEAM-саласында көшбасшылықты маңызды құрамдас бөлік деп есептеледі. Классикалық басқару теориясынан айырмашылығы, жаңа көшбасшылық тәсілі тек қызметкерлерді жұмыспен қамтуға ғана емес, олардың мотивациясын арттыруға және өнімді әрекетке ынталандыруға бағытталған. Осыған байланысты STEAM-портфолиоға келесі құзыреттерді қосу орынды деп саналады: Өнімділік – белгілі мақсатқа жету үшін жұмыс процесін жүйелі ұйымдастыру, ресурстарды, қажеттіліктерді және приоритеттерді ескеру;

Икемділік – өзгерістерге бейімделу, жобаларды тез ауыстыру, идеялар мен тәжірибемен әріптестермен бөлісу мүмкіндігі; Технологиялық сауаттылық – заманауи технологияларды тиімді қолдану; Уақытты басқару (тайм-менеджмент) – приоритеттік мәселелерді рационалды шешу үшін уақытты дұрыс пайдалану; Командада жұмыс істеу – жеке қабілеттер мен таланттарды ескере отырып міндеттерді бөлу; «синергетикалық» жұмыс атмосферасын қалыптастыру; Эмоционалдық көшбасшылық – өз эмоциясын және басқалардың эмоциясын басқару, эмпатия көрсету және пікірін білдіру кезінде ешкімнің қадір-қасиетіне нұқсан келтірмеу; HR-дағдылары – адам ресурстарын тиімді бөлу, персоналды олардың қажеттіліктері мен мансаптық өсу әлеуетіне сәйкес таңдау; Әлеуметтік дағдылар – ақпараттық байланыстарды вертикаль және горизонталь бойынша орнату, кері байланысты қолдау, көпшілік алдында сөйлеу, ынтымақтастық пен өзара қолдауды дамыту [11].

XXI ғасыр тек өскелең ұрпаққа ғана емес, түрлі салалардағы мамандарға да қажетті құзыреттерді қалыптастыруға бағыт береді, педагогтар да ерекшелік емес. Қазіргі педагогикалық зерттеулер тек жас ұрпақ біліміндегі трансформация әсерін ғана емес, сонымен бірге қоғамның дамуына сәйкес педагогтарды дайындауға назар аударады. XXI ғасырдағы оқушыларға өз болашағын сәтті құруға дайындық беретін педагогтар қажет. Педагогтың кәсіби құзыреттілігі қазіргі қоғамның дамуына әсер етеді. «Педагогтың кәсіби құзыреттілігі» ұғымы кеңейіп, оның мәні тереңдеді. Педагогикалық әдебиетте бұл ұғым педагогтың кәсібилігінде көрініс табатын тұтас қасиет ретінде қарастырылады, ол педагогтың теориялық және практикалық дайындығының бірлігін қамтамасыз етеді. Педагогтың кәсіби құзыреттілігін дамыту – көпфакторлы процесс, оның негізгі құрамдастары: пәндік, әдістемелік, коммуникативтік, зерттеу және басқа да дағдылар. Қазіргі қоғамдағы өзгерістерге байланысты педагогтың кәсіби құзыреттілігі динамикалық сипатқа ие. Заманауи педагогтың портретін «суреттеу» қиын, әсіресе оның эволюциясын көрсету: 10 жыл бұрынғы, бүгінгі және келесі 10 жылдағы педагог қандай болмақ. Мысалы, XX ғасырда педагогтың кәсіби құзыреттілігінің маңызды элементі ИКТ-құзыреттілік болды, ол қазіргі уақытта да өзектілігін сақтап отыр. Дегенмен осы компонент ішінде де өзгерістер бар: заманауи цифрлық технологиялардың білім беру процесін ұйымдастыруға әсері артып, педагогтың рөлі мен әдістемелік тәсілдері де өзгеруде. STEAM-құзыреттілік – болашақ педагогтың интегративті сапасы ол академиялық сауаттылық негізінде дамиды, жоғары білім стандартында педагогикалық технологияларды, жаратылыстану пәндерін оқыту әдістемелерін, жобалық

оқыту әдістемесін, білім берудегі ақпараттық технологияларды және өзін-өзі білімденуге ұмтылуды қамтиды.

Қорытындылай келе, кез келген педагогикалық процестің негізгі мақсаты – оқушылардың белгілі бір оқу нәтижелеріне жетуін қамтамасыз ету, яғни олардың әрі қарайғы өсуі мен дамуының негізін құрайтын құзыреттерді қалыптастыру болып табылады. Қазіргі қоғамнан ХХІ ғасырдың талаптарына сай құзыреттерді меңгерген жас ұрпақты даярлау талап етіледі. Постиндустриалды, ғаламданған әлемде өмірге қажетті құзыреттерді қалыптастыруға бағытталған жаһандық білім беру трендтерінің бірі – STEAM-әдістемесі.

STEAM-әдістемесін білім беру кеңістігіне тиімді енгізудің деңгейі тікелей педагогқа байланысты: ол STEAM-білім берудің мәнін, әдіс-тәсілдерін және пәндерді интеграциялау жолдарын қаншалықты түсінеді. Басты назарға STEAM-педагогты дайындау қойылады. Мұндай педагог тек өз пәнін оқытумен шектелмей, пәнаралық байланыстарды жүзеге асыра алатын, кәсіби білімнің әлеуметтік және мәдени контексттегі маңыздылығын түсінетін және оқушыларда ХХІ ғасыр құзыреттерін қалыптастыру қажеттілігін сезінетін маман болуы керек.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Бұлтты балалық шақ. Технологияландыру мен гуманизация арасындағы компромиссті іздеу [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <https://vogazeta.ru/articles/2020/10/13/psychology/15260-oblachnoe-detstvo> . –

2. Аршанский, Е.Я. STEAM-білім беру: модельден практикалық іске асыруға / Е.Я. Аршанский, Н.С. Сологуб // Адукация і выхаванне. – 2020. – № 9. – Б. 22–30.

3. Фейдл, Ч. Төртөлшемді білім беру. Сәттілікке қажетті құзыреттер / Ч. Фейдл, М. Бялик, Б. Трилинг. – Мәскеу: МШУ «Сколково» Білім беру орталығы, 2016. – 212 б.

4. Жақын болашақ: әлемді өзгерте алатын STEM-мамандықтар [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <https://calculators-online.ru/novosti/budushheevyadom-stem-professii-kotorye-izmenyat-mir.html>

5. «4К» құзыреттері: сабақта қалыптастыру және бағалау: практикалық ұсыныстар / құраст. М.А. Пинская, А.М. Михайлова. – Мәскеу: «Российский учебник» корпорациясы, 2019. – 76 б.

6. Дағдылар қоры [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: https://nano-grad.ru/academy/#skills_bank

7. A Framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <https://www.nap.edu/download/13165> –

8. TUNING методологиясы: білім беру бағдарламаларының мазмұнын анықтаудағы құзыретке бағытталған тәсіл [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <http://www.unn.ru/cie/GorylevPonomarevaRusakov.pdf>

9. Institute for the Future [Электрондық ресурс]. – Қолжетімділік режимі: <https://www.iftf.org/home>

10. Sabirova, F. Professional Competences in STEM Education / F. Sabirova, M. Vinogradova, A. Isaeva, T. Litvinova // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). – 2020. – № 14. – P. 179–193.

11. STEAM-учитель – учитель для будущего. Чему и как учить? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stem.ort.org/onlineconf20-lector/>. – Дата доступа: 05.12.2020.