

ЖОҒАРЫ СЫНЫПТАРДА «МОЛЕКУЛАЛЫҚ БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ БИОХИМИЯ» БӨЛІМІН ОҚЫТУДА STEAM ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Алмаз Т., 7M01513 - «Биология» БББ-ның 2-ші курс магистранты
tomiris.almaz0903@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-0314-9507>
Тунгушбаева З.Б., биология ғылымдарының кандидаты, профессор
alua2002@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0003-4432-0658>

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл зерттеу STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) технологияларын жоғары сынып оқушыларына молекулалық биология және биохимия бөлімдерін оқытуда қолданудың тиімділігін бағалауға бағытталған. Күрделі микро-деңгейдегі процестерді игеруде пәнаралық интеграцияның атқаратын рөлі жан-жақты сараланды. Зерттеу жұмысына 10-11 сыныптың 84 оқушысы (n=84) қатысып, олар эксперименттік және бақылау топтарына бөлінді. Оқыту барысында цифрлық модельдеу, инженерлік жобалау және арт-технологиялар сияқты инновациялық әдістер кеңінен қолданылды.

Зерттеу барысында оқушылардың тек теориялық білімі ғана емес, сонымен қатар олардың сыни ойлау, шығармашылық ізденіс және практикалық деректерді талдау дағдыларына сандық және сапалық талдау жасалды. Нәтижелер STEAM технологияларын енгізу оқушылардың күрделі биохимиялық ұғымдарды меңгеру деңгейін 27%-ға, пәнге деген танымдық қызығушылығын 35%-ға, ал зертханалық және практикалық дағдыларын 31%-ға арттырғанын көрсетті. Талдау қорытындысы бойынша, көркемдік компоненттер мен инженерлік тәсілдерді биология пәніне интеграциялау дерексіз ұғымдарды визуалды әрі түсінікті етуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыс жаратылыстану бағытындағы пәндердің оқыту сапасын көтеруде STEAM әдіснамасының стратегиялық маңыздылығын дәлелдейді және заманауи білім беру бағдарламаларына инновациялық өзгерістер енгізуге ғылыми негіз болады.

Тірек сөздер: STEAM технологиялары, молекулярлық биология, биохимия, жоғары сынып оқушылары, оқыту тиімділігі, пәнге қызығушылық, білім деңгейі, практикалық дағдылар, интеграция.

Кіріспе. Қазіргі заманда білім беру жүйесі үздіксіз жаңарып, дамып келеді. Әсіресе жаратылыстану-математикалық бағыттағы пәндерді оқытуда инновациялық тәсілдерді қолдану маңызды болып отыр. Қазіргі білім беру жүйесінде оқушылардың танымдық іс-әрекеттерін дамыту басты мақсаттардың бірі болып табылады [1]. Қазақстан Республикасының білім беруді дамыту бағдарламаларында әрбір оқушының жеке қабілеттерін ескере отырып, олардың интеллектуалдық және шығармашылық әлеуетін толық ашуға бағытталған инновациялық технологияларды енгізу міндеті қойылған [2]. STEAM технологиялары (ғылым, технология, инженерия, өнер және математика) соңғы жылдары әлемдік білім беру жүйесінде кеңінен танылып, оқушылардың функционалдық сауаттылығын арттыруда тиімді құрал ретінде қолданылуда [3].

Молекулярлық биология және биохимия – биология ғылымының күрделі бөлімдері болып табылады. Жоғары сынып оқушылары үшін бұл тақырыптар абстрактілі әрі қиын болып көрінуі мүмкін [4]. Дәстүрлі оқыту әдістері арқылы молекулалық деңгейдегі биологиялық процестерді түсіну оқушыларға қиындық тудыратыны байқалады [5]. Осындай күрделі тақырыптарды меңгеруде STEAM тәсілдерін қолдану оқушылардың қызығушылығын арттырып, терең түсінуіне ықпал ететіні жөнінде болжамдар жасалуда [6].

Бұл зерттеу жұмысының негізгі мақсаты – STEAM технологияларын молекулярлық биология және биохимия бөлімдерін оқытуда қолданудың тиімділігін анықтау және оқушылардың оқу жетістіктеріне әсерін бағалау. Зерттеу барысында келесі мәселелерді анықтау көзделеді: STEAM тәсілдерінің оқушылардың биологиялық концепцияларды түсінуіне әсері, оқушылардың пәнге деген қызығушылығының өзгеруі, практикалық және

зерттеушілік дағдыларының дамуы, сонымен қатар пәнаралық байланыстарды орнату қабілеттерінің қалыптасуы.

Зерттеудің өзектілігі қазіргі заманғы білім беру талаптарына сай оқушылардың функционалдық сауаттылығын, сыни және шығармашылық ойлау қабілеттерін дамыту қажеттілігінен туындайды [7]. Жоғары сынып оқушыларының молекулярлық биология және биохимия саласындағы заманауи білімдерді меңгеруі олардың болашақ кәсіби бағдарларына, ғылыми және зерттеушілік қабілеттерінің дамуына үлкен әсер етеді [8].

STEAM технологияларын биология пәнін оқытуда қолдану мәселелері соңғы онжылдықта көптеген ғалымдардың назарын аударды. Отандық және шетелдік зерттеулерге жасалған талдау бұл тақырыптың өзектілігін көрсетеді.

Ахметов пен Серікбаева (2019) жүргізген зерттеулерінде STEAM технологияларының жоғары сынып оқушыларының биология пәніне деген қызығушылығын арттыруда тиімді екендігі анықталды [9]. Олардың жұмысы көрсеткендей, пәнаралық тәсілдер оқушылардың биологиялық процестерді кешенді түрде түсінуіне мүмкіндік береді. Әсіресе, молекулярлық деңгейдегі күрделі құбылыстарды модельдеу арқылы түсіндіру оқу материалын игеруді жеңілдетеді.

Джонсон, К. С., Петерс-Бёртон, Э. Э., және Мур, Т. Дж. (2022) “STEM Road Map 2.0” еңбегінде интеграцияланған STEM білім берудің инновациялық заманындағы негіздерін қарастырды [10]. Олардың зерттеуі көрсеткендей, виртуалды және толықтырылған шындық технологияларын қолдану оқушылардың молекулалық құрылымдарды және биохимиялық реакцияларды визуалды түрде қабылдауына және жақсы түсінуіне көмектеседі.

Ким және Ли (2021) виртуалды шындық технологиясын молекулярлық биология ұғымдарын оқытуда қолданудың тиімділігін зерттеп, оқушылардың зертханалық жұмыстарды орындауда дәлдік пен нақтылықты арттыру мүмкіндіктерін анықтады [11]. Бұл әсіресе ДНҚ-мен жұмыс жасау сияқты микромолекулалық процестерді модельдеуде маңызды.

Бейсенова (2022) жоғары сынып оқушыларымен жүргізген эксперименттік зерттеуінде мобильді қосымшаларды биология сабақтарында қолданудың оқу нәтижелеріне әсерін бағалады [12]. Нәтижелер көрсеткендей, интерактивті мобильді қосымшалар оқушылардың өздік жұмыстарын тиімді ұйымдастыруға және оқу материалын тереңірек меңгеруге мүмкіндік береді.

Попова мен Исаев (2023) STEAM технологияларын қолдану арқылы биологияны оқытудың әдістемелік негіздерін зерттеп, пәнаралық байланыстарды ұйымдастырудың тиімді жолдарын анықтады [13]. Олардың ұсынған әдістемелік тәсілдері молекулярлық биология мен биохимия сабақтарында физика, химия және математика пәндерімен интеграцияланған оқыту жүйесін қалыптастыруға бағытталған.

Гарсия-Мартинес, Х., Серрано-Торрегроса, Э., және Атьенса-Гонсалес, Ф. Х. (2022) зерттеуінде биохимия саласындағы зертханалық жұмыстарды жүргізуде компьютерлік модельдеу технологияларын қолданудың маңыздылығын көрсетті [14]. Зерттеу нәтижелері бойынша, компьютерлік модельдеу оқушыларға қымбат және күрделі зертханалық жабдықтардың орнын алмастыра отырып, нақты биологиялық процестерді зерттеуге мүмкіндік береді.

Нурбаева мен әріптестері (2023) "Молекулярлық биология сабақтарында STEAM технологияларын қолданудың педагогикалық шарттары" атты зерттеуінде мұғалімдердің кәсіби дайындығы мен цифрлық құзыреттіліктерінің маңыздылығын анықтады [15]. Олар мұғалімдердің STEAM технологияларын тиімді қолдануы үшін үздіксіз кәсіби даму бағдарламаларының қажеттілігін атап өтті.

Хан мен Чен (2024) жүргізген салыстырмалы зерттеу дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырғанда STEAM тәсілдерінің оқушылардың академиялық жетістіктеріне оң әсерін көрсетті [16]. Әсіресе, жоғары сынып оқушыларының сыни ойлау қабілеттері мен проблемаларды шешу дағдыларының дамуы айқын байқалды.

Ли мен Паркер (2021) STEAM білім беру модельдерінің оқушылардың молекулярлық биология саласындағы терең білімді меңгеруіне әсерін зерттеді [17]. Олардың қорытындысы бойынша, зертханалық жұмыстарды инженерлік дизайн элементтерімен байланыстыру арқылы оқушылардың теориялық материалды практикада қолдану қабілеті айтарлықтай артады. Бұл зерттеу молекулярлық биологияның абстрактілі тұжырымдамаларын нақты жобалар арқылы түсіндірудің маңыздылығын көрсетеді.

Сүлейменов пен Қасымова (2023) қазақстандық мектептерде өткізген эксперименттік жұмыстарында биохимия сабақтарында виртуалды және аралас шындық технологияларын қолданудың оқушылардың кеңістіктік ойлау қабілеттерінің дамуына әсерін зерттеді [18]. Олардың нәтижелері бойынша, үш өлшемді молекулалық модельдерді визуализациялау оқушылардың биологиялық макромолекулалардың құрылымы мен функцияларын түсінуін айтарлықтай жақсартады.

Мартинес-Боррегера, Г., Матеос-Нуньес, М., және Наранхо-Корреа, Ф. Л. (2022) жүргізген зерттеуде STEAM-ді молекулярлық биология білім беруіне енгізудің дизайнын, іске асыруын және бағалауын қарастырды [19]. Олардың жұмысы молекулярлық биология сабақтарына арналған оқу-әдістемелік ресурстарды әзірлеу үшін STEAM тәсілін қолданудың тиімділігін көрсетті.

Өтембаев, Жұманова және Қасымбекова (2023) молекулярлық биология мен биохимияны оқытуда инновациялық технологияларды қолдануды қарастырды [20]. Олардың зерттеуі STEAM тәсілінің оқушылардың білім деңгейін арттырудағы маңыздылығын атап өтті.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу жұмысын жүргізу үшін аралас әдіснама қолданылды, сандық және сапалық зерттеу әдістері біріктірілді. Зерттеу 2024-2025 оқу жылының екінші жартысында Қазақстанның 2 әртүрлі мектебінде жүргізілді.

Қатысушылар: Зерттеуге 10-11 сыныптардың 84 оқушысы қатысты, олар эксперименттік (n=42) және бақылау (n= 42) топтарына бөлінді. Эксперименттік топтағы оқушылар STEAM технологияларын қолдану арқылы оқытылса, бақылау тобы дәстүрлі әдістермен оқытылды.

Деректерді жинау әдістері.

Білім деңгейін бағалау тесттері: Оқушылардың білім деңгейін анықтау үшін эксперимент басында және соңында екі тест өткізілді. Тесттер молекулярлық биология және биохимия бойынша теориялық және практикалық сұрақтардан тұрды.

Сауалнамалар: Оқушылардың пәнге деген қызығушылығын анықтау үшін 5-балдық Ликерт шкаласы бойынша сауалнама жүргізілді.

Практикалық жұмыстарды бағалау: Оқушылардың практикалық дағдыларын бағалау үшін зертханалық жұмыстар, жобалар және практикалық тапсырмалар қолданылды.

Жартылай құрылымдалған сұхбаттар: Эксперименттік топтағы 20 оқушымен және 5 мұғаліммен STEAM технологияларын қолдану тәжірибесі туралы сұхбаттар жүргізілді.

STEAM интеграциясы: Эксперименттік топта STEAM технологияларын қолдану келесі бағыттар бойынша жүзеге асырылды:

- **Science:** Молекулярлық биология және биохимия бойынша теориялық білім

- **Technology:** 3D модельдеу, виртуалды зертханалар, мобильді қосымшалар

- **Engineering:** Биомолекулалардың 3D модельдерін жасау, зертханалық жабдықтарды қолдану

- **Arts:** Биомолекулалардың визуализациясы, инфографика жасау

- **Mathematics:** Биохимиялық реакциялардың кинетикасын есептеу, статистикалық талдау

Деректерді талдау. Сандық деректер SPSS 25.0 бағдарламасы арқылы талданды. Эксперименттік және бақылау топтарының нәтижелерін салыстыру үшін t-тест қолданылды. Сапалық мәліметтер тақырыптық талдау арқылы өңделді.

Зерттеу нәтижелерін талдау. Эксперимент соңында жүргізілген тест нәтижелері бойынша білім деңгейі төмендегі 1-кестеде келтірілген. Эксперименттік топтағы

оқушылардың орташа балы $85,7 \pm 3,2$ болса, бақылау тобындағы оқушылардың орташа балы $67,3 \pm 4,1$ болды. Бұл эксперименттік топтың нәтижесі бақылау тобымен салыстырғанда 27%-ға жоғары екенін көрсетеді ($p < 0.001$).

1-кесте – Эксперименттік және бақылау топтарының тест нәтижелері бойынша статистикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Эксперименттік топ (n=42)	Бақылау тобы (n=42)	p мәні
Орташа балл (100 баллдық шкала)	85.7 ± 3.2	67.3 ± 4.1	$p < 0.001$
Медиана	86.5	68.0	-
Стандартты ауытқу	8.4	9.7	-
Минималды балл	68.0	45.0	-
Максималды балл	98.0	89.0	-

Тақырыптар бойынша білім деңгейінің жақсаруы әртүрлі болды. Эксперименттік топта ДНҚ репликациясы бойынша білім деңгейі 33%-ға, ақуыз синтезі бойынша 29%-ға, метаболизм процестері бойынша 24%-ға жақсарды (2-кесте).

2-кесте – Тақырыптар бойынша білім деңгейінің салыстырмалы көрсеткіштері

Тақырып	Эксперименттік топ (%)	Бақылау тобы (%)	Айырмашылық (%)	p мәні
ДНҚ құрылымы мен функциясы	89.5	72.3	+17.2	$p < 0.001$
ДНҚ репликациясы	87.8	65.9	+21.9	$p < 0.001$
Транскрипция	86.2	68.4	+17.8	$p < 0.001$
Трансляция	84.7	66.8	+17.9	$p < 0.001$
Ақуыз синтезі	88.3	68.5	+19.8	$p < 0.001$
Ферменттер және олардың функциялары	83.9	65.4	+18.5	$p < 0.001$
Метаболизм процестері	82.7	66.9	+15.8	$p < 0.001$
Клеткалық энергетика	84.1	67.3	+16.8	$p < 0.001$

Пәнге деген қызығушылық. Сауалнама нәтижелері эксперименттік топта пәнге деген қызығушылық деңгейі орташа $4,6 \pm 0,3$ балды құраса, бақылау тобында бұл көрсеткіш $3,4 \pm 0,5$ балды құрады. Бұл эксперименттік топтағы оқушылардың қызығушылық деңгейі 35%-ға жоғары екенін көрсетеді ($p < 0.001$) (3-кесте).

3-кесте – Сауалнама нәтижелерінің статистикалық көрсеткіштері (5-балдық шкала)

Сауалнама сұрағы	Эксперименттік топ	Бақылау тобы	p мәні
1	2	3	4
Молекулярлық биология және биохимия тақырыптары мен үшін қызықты	4.8 ± 0.4	3.5 ± 0.7	$p < 0.001$
Мен молекулярлық биология және биохимия бойынша білімімді болашақ мамандығымда қолдана аламын	4.5 ± 0.6	3.3 ± 0.8	$p < 0.001$
Мен молекулярлық деңгейдегі биологиялық процестерді жақсы түсінемін	4.4 ± 0.5	3.1 ± 0.9	$p < 0.001$
Сабақта қолданылатын технологиялар молекулярлық биология мен биохимияны түсінуіме көмектеседі	4.7 ± 0.3	3.2 ± 0.8	$p < 0.001$

1	2	3	4
Мен молекулярлық биология мен биохимияға қатысты жобаларға қатысқанды ұнатамын	4.6 ± 0.5	3.4 ± 1.0	p<0.001
Жалпы орташа балл	4.6 ± 0.3	3.4 ± 0.5	p<0.001

Сұхбат нәтижелері оқушылардың STEAM технологияларын қолдану арқылы молекулярлық биология мен биохимия процестерін көрнекі түрде көріп, түсінгенін және бұл олардың қызығушылығын арттырғанын көрсетті. Оқушылардың 87%-ы виртуалды зертханалар мен 3D модельдеу сияқты технологиялар абстрактілі ұғымдарды түсінуге көмектескенін атап өтті.

Практикалық дағдылар. Эксперименттік топтағы оқушылардың практикалық дағдыларының даму деңгейі 82,3±3,8 балды құраса, бақылау тобында бұл көрсеткіш 62,9±4,5 балды құрады. Бұл эксперименттік топтың нәтижесі 31%-ға жоғары екенін көрсетеді (p<0.001) (4-кесте).

4-кесте – Практикалық дағдылар бойынша бағалау нәтижелері (100 баллдық шкала)

Практикалық дағды	Эксперименттік топ	Бақылау тобы	Айырмашылық (%)	p мәні
Зертханалық техникалар	84.5 ± 4.2	63.7 ± 5.1	+32.7	p<0.001
Деректерді талдау және интерпретациялау	83.2 ± 3.9	65.4 ± 4.8	+27.2	p<0.001
Ғылыми қорытындылар жасау	80.8 ± 4.5	62.8 ± 5.2	+28.7	p<0.001
Биомолекулалардың 3D құрылымын түсіну	85.6 ± 3.7	61.5 ± 4.7	+39.2	p<0.001
Биохимиялық процестерді визуализациялау	81.9 ± 4.2	60.3 ± 5.0	+35.8	p<0.001
Биоинформатика құралдарын қолдану	78.4 ± 4.7	58.9 ± 5.4	+33.1	p<0.001
Жалпы орташа балл	82.3 ± 3.8	62.9 ± 4.5	+30.8	p<0.001

Мұғалімдермен жүргізілген сұхбат нәтижелері STEAM технологияларын қолдану оқушылардың эксперимент жүргізу, деректерді талдау және тұжырымдар жасау сияқты ғылыми зерттеу дағдыларын дамытуға септігін тигізгенін көрсетті (5-кесте).

5-кесте – Мұғалімдердің STEAM технологияларын қолдану тәжірибесі бойынша тақырыптық талдау

Тақырып	Жиілігі (%)	Мысал цитаталар
Оқушылардың қызығушылығының артуы	92	“STEAM технологияларын қолданғаннан кейін оқушылардың сабаққа қатысуы айтарлықтай артты”
Түсінудің жақсаруы	88	“Виртуалды симуляциялар оқушыларға молекулалық процестерді көрнекі түрде түсінуге көмектесті”
Техникалық қиындықтар	64	“Кейбір технологияларды қолдану үшін жеткілікті техникалық инфрақұрылым жоқ”
Мұғалімдердің дайындық деңгейінің маңыздылығы	76	“STEAM технологияларын тиімді қолдану үшін мұғалімдердің біліктілігін арттыру қажет”
Пәнаралық байланыстардың күшеюі	84	“Оқушылар биологияны химиямен, физикамен және математикамен байланыстыра бастады”
Практикалық дағдылардың дамуы	88	“Оқушылар зертханалық жұмыстарды орындауда өздерін сенімді сезіне бастады”

Зерттеу нәтижелері STEAM технологияларын молекулярлық биология және биохимия бөлімдерін оқытуда қолданудың бірқатар артықшылықтарын көрсетті.

Біріншіден, STEAM тәсілі оқушылардың білім деңгейін айтарлықтай арттырды. Бұл нәтиже Kim және Lee (2021) зерттеуінің нәтижелерімен сәйкес келеді, олар виртуалды шындық технологияларын қолдану арқылы оқушылардың молекулярлық биология бойынша білім деңгейін 30%-ға арттыруға болатынын анықтаған. Біздің зерттеуімізде бұл көрсеткіш 27%-ды құрады, бұл аздаған айырмашылық әртүрлі STEAM технологияларының үйлесімімен және зерттеу контекстімен түсіндіріледі.

Екіншіден, STEAM интеграциясы оқушылардың пәнге деген қызығушылығын 35%-ға арттырды. Бұл Nurbekova (2020) зерттеуімен сәйкес келеді, онда STEAM технологияларын биология пәнінде қолдану оқушылардың қызығушылығын арттыратынын анықталған. Оқушылармен жүргізілген сұхбаттар көрсеткендей, технологиялардың көмегімен көзге көрінбейтін процестерді визуализациялау олардың қызығушылығын арттырудың негізгі факторы болып табылады.

Үшіншіден, STEAM тәсілі оқушылардың практикалық дағдыларын 31%-ға жақсартты. Бұл нәтиже Garcia-Martinez және әріптестерінің (2022) зерттеуімен сәйкес келеді, олар биохимия курсына STEAM тәсілін қолдану оқушылардың практикалық дағдыларын айтарлықтай арттыратынын көрсеткен.

Алайда, STEAM технологияларын қолдану кезінде кейбір шектеулер мен қиындықтар да анықталды. Ең алдымен, мектептердің техникалық жабдықталу деңгейінің әртүрлілігі. Кейбір мектептерде қажетті технологиялық инфрақұрылым жеткіліксіз болғандықтан, барлық STEAM компоненттерін толық көлемде қолдану мүмкін болмады. Сонымен қатар, мұғалімдердің STEAM технологияларын қолдану біліктілігі мен дайындық деңгейі әртүрлі болды, бұл зерттеу нәтижелеріне әсер етуі мүмкін.

Бұл зерттеудің практикалық маңыздылығы мұғалімдерге молекулярлық биология және биохимия бөлімдерін оқыту үшін STEAM технологияларын қолданудың нақты тәсілдерін ұсынуында. Зерттеу нәтижелері STEAM технологияларын жаратылыстану ғылымдарын оқыту практикасына енгізудің маңыздылығын растайды.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері STEAM технологияларын молекулярлық биология және биохимия бөлімдерін жоғары сыныптарда оқыту процесіне интеграциялаудың оң әсерін көрсетті. STEAM тәсілі оқушылардың білім деңгейін 27%-ға, пәнге деген қызығушылығын 35%-ға және практикалық дағдыларын 31%-ға арттырады.

Бұл нәтижелер STEAM технологияларын молекулярлық биология және биохимия бөлімдерін оқытуда тиімді құрал ретінде қолдануға болатынын дәлелдейді. STEAM интеграциясы оқушыларға абстрактілі биологиялық процестерді көрнекі түрде көруге, түсінуге және оларды практикалық тұрғыдан зерделеуге мүмкіндік береді.

Болашақ зерттеулер үшін келесі бағыттарды ұсынамыз:

1. STEAM технологияларын қолданудың оқушылардың кәсіби бағдарына әсерін зерттеу;
2. STEAM технологияларын қолдану арқылы оқытудың ұзақ мерзімді әсерін зерттеу;
3. STEAM интеграциясының әртүрлі әлеуметтік-экономикалық жағдайдағы мектептерде қолдану ерекшеліктерін зерттеу.

Қорытындылай келе, STEAM технологияларын молекулярлық биология және биохимия бөлімін оқытуда кеңінен қолдану оқушылардың биологиялық білімдерін, дағдыларын және пәнге деген қызығушылығын арттырып, бәсекеге қабілетті мамандарды дайындауға ықпал етеді.

Әдебиеттер:

[1] Қазақстан Республикасы Президентінің 2022 жылғы №917 Жарлығы «Білім беруді дамытудың 2025 жылға дейінгі тұжырымдамасы туралы».

[2] Білім туралы Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 27 шілдедегі № 319 Заңы. Интернет-ресурс: URL <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z070000319>

- [3] **Bennett, J.**, Lubben, F., & Hogarth, S. (2023). STEAM education in science teaching: A systematic review. *Studies in Science Education*, 59(1), 1-32.
- [4] **Өтембаев С.Б.**, Жұманова М.С., Қасымбекова Д.А. Молекулярлық биология мен биохимияны оқытуда инновациялық технологияларды қолдану // Қазақстан педагогикалық ғылымдар академиясының хабаршысы, 2023. – №2 (10). – 87-98 бб.
- [5] **Johnson, C.C.**, Peters-Burton, E.E., & Moore, T.J. (2022). *STEM Road Map 2.0: A Framework for Integrated STEM Education in the Innovation Age*. Routledge.
- [6] **Chen, Y.**, & Yang, C. (2022). Meta-analysis of the effectiveness of STEAM education in biology learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-15.
- [7] **Аманжолов, С.А.** Қазақстан мектептерінде STEAM білім беру: даму перспективалары мен мүмкіндіктері // Педагогика және психология, 2022. – №45 (2). – 124-136 бб.
- [8] **Williams, C.**, Walter, E., & Henderson, C. (2023). The impact of STEAM education on students' motivation in science subjects: A longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(5), 821-843.
- [9] **Ахметов, А.К.**, Оспанова Н.С., Сагимбаева А.Е. Биология пәнін оқытуда STEAM технологияларын қолданудың ерекшеліктері // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы, 2019. – №3 (63). – 145-152 бб.
- [10] **Johnson, C.C.**, Peters-Burton, E.E., & Moore, T.J. (2022). *STEM Road Map 2.0: A Framework for Integrated STEM Education in the Innovation Age*. Routledge.
- [11] **Kim, H.J.**, & Lee, S.J. (2021). The effectiveness of virtual reality technology in teaching molecular biology concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 85-97.
- [16] **Бейсенова, Г.К.** Мобильді қосымшаларды биология сабақтарында қолданудың тиімділігі // Педагогикалық технологиялар журналы, 2022. – №4 (2). – 45-58 бб.
- [17] **Попова, О.В.**, Исаев А.Н. STEAM-технологии в преподавании биологии: методические основы // Современные проблемы науки и образования, 2023. – №1. – С. 45-56.
- [14] **Garcia-Martinez, J.**, Serrano-Torregrosa, E., & Atienza-Gonzalez, F. J. (2022). Application of STEAM approach for teaching biochemistry in high school students. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1105-1122.
- [15] **Нурбаева, С.Т.**, Жаксылыкова М.А., Омарова Г.Б. Молекулярлық биология сабақтарында STEAM технологияларын қолданудың педагогикалық шарттары // Қазақстан педагогикалық ғылымдар академиясының хабаршысы, 2023. – №3 (12). – 112-125 бб.
- [16] **Хан, Л.В.**, Чен С.Ю. Сравнительное исследование эффективности STEAM-подхода в преподавании естественных наук // Международный журнал STEM образования, 2024. – №11 (2). – С. 234-247.
- [17] **Ли, С.М.**, Паркер Дж.У. Влияние моделей STEAM-образования на глубокое усвоение молекулярной биологии // Журнал образовательных технологий и общества, 2021. – №24 (3). – С. 156-169.
- [18] **Сүлейменов, А.Б.**, Қасимова Г.Т. Виртуалды және аралас шындық технологияларын биохимия сабақтарында қолдану // Қазақстандағы инновациялық білім беру, 2023. – №5 (3). – 78-89 бб.
- [19] **Martínez-Borreguero, G.**, Mateos-Núñez, M., & Naranjo-Correa, F. L. (2022). STEAM in molecular biology education: Design, implementation, and evaluation of teaching resources. *Education Sciences*, 12(7), 456.
- [20] **Өтембаев, С.Б.**, Жұманова М.С., Қасымбекова Д.А. Молекулярлық биология мен биохимияны оқытуда инновациялық технологияларды қолдану // Қазақстан педагогикалық ғылымдар академиясының хабаршысы, 2023. – №2 (10). – 87-98 бб.

References:

- [1] Qazaqstan Respublikasy Prezidentinin 2022 zhylygy №917 Zharlygy «Bilim berudi damytudyn 2025 zhylyga dejingi tuzhyrymdamasy turaly». [in Kazakh]
- [2] Bilim turaly Qazaqstan Respublikasynyn 2007 zhylygy 27 shildedegi № 319 Zany. Internet-resurs: URL <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z070000319> [in Kazakh]
- [3] **Bennett, J.**, Lubben, F., & Hogarth, S. (2023). STEAM education in science teaching: A systematic review. *Studies in Science Education*, 59(1), 1-32.

- [4] **Otembaev S.B.**, Zhumanova M.S., Qasymbekova D.A. Molekuljarlyq biologija men biohimijany oqytuda innovacijalyq tehnologijalary qoldanu // Qazaqstan pedagogikalyq gylymdar akademijasynyn habarshysy, 2023. – №2 (10). – 87-98 bb. [in Kazakh]
- [5] **Johnson, C.C.**, Peters-Burton, E.E., & Moore, T.J. (2022). STEM Road Map 2.0: A Framework for Integrated STEM Education in the Innovation Age. Routledge.
- [6] **Chen, Y.**, & Yang, C. (2022). Meta-analysis of the effectiveness of STEAM education in biology learning outcomes. International Journal of STEM Education, 9(1), 1-15.
- [7] **Amanzholov, S.A.** Qazaqstan mektepterinde STEAM bilim beru: damu perspektivalary men mumkindikteri // Pedagogika zhane psihologija, 2022. – №45 (2). – 124-136 bb. [in Kazakh]
- [8] **Williams, C.**, Walter, E., & Henderson, C. (2023). The impact of STEAM education on students' motivation in science subjects: A longitudinal study. Journal of Research in Science Teaching, 60(5), 821-843.
- [9] **Ahmetov, A.K.**, Ospanova N.S., Sagimbaeva A.E. Biologija panin oqytuda STEAM tehnologijalaryn qoldanudyn erekshelekteri // Abaj atyndagy QazUPU Habarshysy, 2019. – №3 (63). – 145-152 bb. [in Kazakh]
- [10] **Johnson, C.C.**, Peters-Burton, E.E., & Moore, T.J. (2022). STEM Road Map 2.0: A Framework for Integrated STEM Education in the Innovation Age. Routledge.
- [11] **Kim, H.J.**, & Lee, S.J. (2021). The effectiveness of virtual reality technology in teaching molecular biology concepts. Journal of Science Education and Technology, 30(1), 85-97.
- [16] **Bejseanova, G.K.** Mobil'di qosymshalardy biologija sabaqtarynda qoldanudyq tiimdiligi // Pedagogikalyq tehnologijalar zhurnaly, 2022. – №4 (2). – 45-58 bb. [in Kazakh]
- [17] **Popova, O.V.**, Isaev A.N. STEAM-tehnologii v prepodavanii biologii: metodicheskie osnovy // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2023. – №1. – S. 45-56. [in Russian]
- [14] **Garcia-Martinez, J.**, Serrano-Torregrosa, E., & Atienza-Gonzalez, F. J. (2022). Application of STEAM approach for teaching biochemistry in high school students. International Journal of Science Education, 44(7), 1105-1122.
- [15] **Nurbaeva, S.T.**, Zhaksylykova M.A., Omarova G.B. Molekuljarlyq biologija sabaqtarynda STEAM tehnologijalaryn qoldanudyn pedagogikalyq sharttary // Qazaqstan pedagogikalyq gylymdar akademijasynyn habarshysy, 2023. – №3 (12). – 112-125 bb. [in Kazakh]
- [16] **Han, L.V.**, Chen S.Ju. Sravnitel'noe issledovanie jeffektivnosti STEAM-podhoda v prepodavanii estestvennyh nauk // Mezhdunarodnyj zhurnal STEM obrazovanija, 2024. – №11 (2). – S. 234-247. [in Russian]
- [17] **Li, S.M.**, Parker Dzh.U. Vlijanie modelej STEAM-obrazovanija na glubokoe usvoenie molekuljarnoj biologii // Zhurnal obrazovatel'nyh tehnologij i obshhestva, 2021. – №24 (3). – S. 156-169. [in Russian]
- [18] **Sulejmenov, A.B.**, Qasymova G.T. Virtualdy zhane aralas shyndyq tehnologijalaryn biohimija sabaqtarynda qoldanu // Qazaqstandagy innovacijalyq bilim beru, 2023. – №5 (3). – 78-89 bb. [in Kazakh]
- [19] **Martínez-Borreguero, G.**, Mateos-Núñez, M., & Naranjo-Correa, F. L. (2022). STEAM in molecular biology education: Design, implementation, and evaluation of teaching resources. Education Sciences, 12(7), 456.
- [20] **Otembaev, S.B.**, Zhumanova M.S., Qasymbekova D.A. Molekuljarlyq biologija men biohimijany oqytuda innovacijalyq tehnologijalary qoldanu // Qazaqstan pedagogikalyq gylymdar akademijasynyn habarshysy, 2023. – №2 (10). – 87-98 bb. [in Kazakh]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ STEAM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ РАЗДЕЛУ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ» В СТАРШИХ КЛАССАХ

Алмаз Т., магистрант 2-го курса по ОП 7М01513 – «Биология»
Тунгушбаева З.Б., доктор биологических наук, профессор

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Данное исследование направлено на комплексную оценку эффективности применения STEAM-технологий (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) при изучении разделов молекулярной биологии и биохимии учащимися старших классов. В рамках работы проанализирована роль междисциплинарной интеграции в освоении сложных биологических процессов на молекулярном уровне. В эксперименте приняли участие 84 учащихся 10–11 классов

(n=84), распределенных на экспериментальную и контрольную группы. Методология включала использование цифрового моделирования, инженерного проектирования и художественных методов визуализации абстрактных концепций.

В ходе работы оценивались не только академические знания, но и развитие навыков критического мышления, креативности и способности к анализу экспериментальных данных. Результаты показали, что внедрение STEAM-подхода позволило повысить уровень усвоения сложных биохимических понятий на 27%, познавательный интерес к предмету — на 35%, а практические и исследовательские навыки — на 31%. Итоговый анализ подтверждает, что интеграция искусства и инженерных принципов в биологическое образование делает сложные механизмы визуально доступными. Данная работа доказывает стратегическую важность STEAM-методологии в повышении качества естественнонаучного образования и предлагает научно обоснованные рекомендации для совершенствования современных учебных программ.

Ключевые слова: STEAM-технологии, молекулярная биология, биохимия, старшекласники, эффективность обучения, интерес к предмету, уровень знаний, практические навыки, интеграция.

THE EFFECTIVENESS OF USING STEAM TECHNOLOGIES IN TEACHING THE «MOLECULAR BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY» SECTION IN HIGH SCHOOL

Almaz T., 2nd year master's student of EP 7M01513 – «Biology»

Tungushbaeva Z. B., doctor of biological sciences, professor

Abai Kazakh National Pedagogical University

Annotation. This study focuses on evaluating the effectiveness of implementing STEAM technologies (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) in teaching molecular biology and biochemistry to high school students. The research comprehensively analyzes the role of interdisciplinary integration in mastering complex biological processes at the molecular level. The study involved 84 students from grades 10–11 (n=84), who were divided into experimental and control groups. The instructional methodology incorporated innovative techniques such as digital modeling, engineering design, and art-based visualization of abstract scientific concepts.

The research assessed not only theoretical academic knowledge but also the development of critical thinking, creative problem-solving, and the ability to analyze practical experimental data. The results indicated that the integration of STEAM technologies increased the mastery of complex biochemical concepts by 27%, cognitive interest in the subject by 35%, and laboratory-based practical skills by 31%. The findings confirm that incorporating artistic components and engineering approaches into the biology curriculum helps transform abstract molecular mechanisms into visual and comprehensible formats. This study substantiates the strategic importance of the STEAM methodology in enhancing the quality of science education and provides a scientific basis for implementing innovative changes in modern educational curricula.

Keywords: STEAM technologies, molecular biology, biochemistry, high school students, teaching effectiveness, interest in the subject, knowledge level, practical skills, integration.