



Korkyt Ata University  
Since 1937

**Biological**  
Sciences Journal

ISSN 2959-8214 (print)

ISSN 3005-995X (online)

№2, (10)

2025



# **BIOLOGICAL**

## **SCIENCES JOURNAL**

ISSN 2959-8214 (print)  
ISSN 3005-995X (online)

# **BIOLOGICAL SCIENCES JOURNAL**

**Number 2, Volume 10, 2025**

2023 жылдан бастап шығады  
Выходит с 2023 года  
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады  
Выходит четыре раза в год  
Issued quarterly

**Қызылорда/Кызылорда/Kyzylorda  
2025**

### **Редакциялық алқа**

- Курманбаев Р.Х. - ғылыми редактор, биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Абдрасулова Ж.Т. - (PhD, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы
- Абжалелов Б.Б. - биология ғылымдарының кандидаты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Ибадуллаева С.Ж. - биология ғылымдарының докторы, профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Мыңбай А.М. - PhD, Назарбаев Университеті, Қазақстан Республикасы
- Станкевич П.В. - педагогика ғылымдарының докторы, профессор, А.И.Герцен атындағы Ресей мемлекеттік педагогикалық университеті, Ресей Федерациясы
- Суматохин С.В. - педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Мәскеу мемлекеттік педагогикалық университеті, Ресей Федерациясы
- Тулеханов С.Т. - биология ғылымдарының докторы, профессор, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы
- Филонов А.Е. - биология ғылымдарының докторы, профессор, Ресей ғылым академиясының Г.К.Скрябин атындағы Биохимия және микроорганизмдер физиологиясы институты, Ресей Федерациясы
- Хамзина Ш.Ш. - педагогика ғылымдарының кандидаты, профессор, Әлкей Марғұлан атындағы Павлодар педагогикалық университеті, Қазақстан Республикасы
- Чилдибаев Ж. Б. - педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан Республикасы
- Избасарова Ж.Ж. - жауапты хатшы, биология магистрі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы

### **Редакционная коллегия**

- Курманбаев Р.Х. - научный редактор, кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Абдрасулова Ж.Т. - PhD, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан
- Абжалелов Б.Б. - кандидат биологических наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Ибадуллаева С.Ж. - доктор биологических наук, профессор, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Мыңбай А.М. - PhD, Назарбаев Университет, Республика Казахстан
- Станкевич П.В. - доктор педагогических наук, профессор, Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена, Российская Федерация
- Суматохин С.В. - доктор педагогических наук, профессор, Московский государственный педагогический университет, Российская Федерация
- Тулеханов С.Т. - доктор биологических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан
- Филонов А.Е. - доктор биологических наук, профессор, Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина Российской академии наук, Российская Федерация
- Хамзина Ш.Ш. - кандидат педагогических наук, профессор, Павлодарский

- педагогический университет им.Алькея Маргулана, Республика Казахстан
- Чилдибаев Ж. Б. - доктор педагогических наук, профессор, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан
- Избасарова Ж.Ж. - ответственный секретарь, магистр биологии, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан

### **Editorial Board**

- Kurmanbayev R.Kh. - Executive Editor, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
- Abdrasulova J.T. - PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan
- Abjalelov B.B. - Candidate of Biological Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
- Ibadullayeva S.Zh. - Doctor of Biological sciences, professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
- Mynbai A.M. - PhD, Nazarbayev University, National Laboratory, Republic of Kazakhstan
- Stankevich P.V. - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen, Russian Federation
- Sumatokhin S.V. - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Moscow State Pedagogical University, Russian Federation
- Tuleukhanov S.T. - Doctor of Biological sciences, professor, al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan
- Filonov A.E. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms. G.K. Skryabin of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation
- Khamzina Sh.Sh. - Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Alkeya Margulana Pavlodar Pedagogical University, Republic of Kazakhstan.
- Childibayev J. - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Kazakh National Pedagogical University named after Abaya, Republic of Kazakhstan;
- Izbassarova Zh.Zh. - executive secretary, master of biology, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan;

**Баспа атауы** – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

**Наименование издателя** – «Кызылординский университет имени Коркыт Ата»

Адрес издателя – индекс 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Кызылорда, Республика Казахстан

**Name of the publisher** – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

## 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](mailto:tomiris.almaz0903@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0006-0314-9507>  
Тунгушбаева З.Б., биология ғылымдарының кандидаты, профессор  
[alua2002@yandex.kz](mailto: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-Бертон, 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)	$85.7 \pm 3.2$	$67.3 \pm 4.1$	$p < 0.001$
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	$4.8 \pm 0.4$	$3.5 \pm 0.7$	$p < 0.001$
Мен молекулярлық биология және биохимия бойынша білімімді болашақ мамандығымда қолдана аламын	$4.5 \pm 0.6$	$3.3 \pm 0.8$	$p < 0.001$
Мен молекулярлық деңгейдегі биологиялық процестерді жақсы түсінемін	$4.4 \pm 0.5$	$3.1 \pm 0.9$	$p < 0.001$
Сабақта қолданылатын технологиялар молекулярлық биология мен биохимияны түсінуіме көмектеседі	$4.7 \pm 0.3$	$3.2 \pm 0.8$	$p < 0.001$

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.**, Қасымова 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.

## РЕФЛЕКСИВНЫЙ ПОДХОД В ВУЗОВСКОЙ МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ

**Арбузова Е.Н.**, доктор педагогических наук, профессор  
[arbuzova-elena@mail.ru](mailto:arbuzova-elena@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6060-38964>

*Государственный университет просвещения, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** Рефлексивный подход в вузовской методике обучения биологии ориентирован на развитие у студентов способности к осмыслению собственной учебной и профессиональной деятельности. Рефлексивный подход – это способ мышления и анализа, при котором человек осознанно исследует собственные действия, мысли и переживания. Он предполагает умение задавать себе вопросы о причинах, мотивах и последствиях своих решений. Такой подход помогает глубже понимать себя и улучшать личностное и профессиональное развитие, предполагает включение в образовательный процесс специальных форм и методов, направленных на анализ полученных знаний, оценку способов решения биологических задач и формирование критического мышления. Важное место занимают проблемное обучение, исследовательские проекты, портфолио и рефлексивные дневники. Такой подход способствует более глубокому пониманию биологических закономерностей, интеграции теории и практики, развитию самостоятельности и ответственности будущих специалистов. В результате формируется профессиональная компетентность, готовность к научному поиску и непрерывному саморазвитию. Статья посвящена актуальной проблеме реализации обучения студентов-биологов на основе рефлексивно-регулятивного подхода. В работе рассматривается сущность понятия «рефлексия педагогического процесса», анализируется рефлексия деятельности студента как будущего учителя биологии. Раскрываются ключевые положения концепции рефлексивной методической подготовки в педагогическом вузе. В статье представлена модель рефлексивной системы обучения, а также приведены примеры методов, форм и технологий, эффективно развивающих у студентов педагогическую рефлексивность.

**Ключевые слова:** рефлексия, рефлексивно-регулятивный подход, методическая подготовка, студенты-биологи, индивидуальная образовательная траектория.

**Введение.** Интерес к феномену рефлексии имеет давнюю историю, уходящую корнями в античную философию, где Аристотель определял её как мышление, направленное на само мышление. В самом широком смысле рефлексия, происходящая от латинского *reflexio* – обращение назад, представляет собой мыслительный процесс самопознания, анализа собственных эмоций, состояний, способностей и поведения. Если изначально этот феномен был предметом изучения философии, то со временем он занял прочное положение в педагогике, психологии, социологии и других науках.

Активное развитие понятия рефлексии в психолого-педагогической науке началось в XX веке. Значительный вклад внес американский ученый Джон Дьюи, который характеризовал рефлексивное мышление как активное и настойчивое рассмотрение знания или мнения на основе его оснований и анализа вытекающих из него выводов. В отечественной науке вопросы рефлексии в своих трудах затрагивали практически все ведущие психологи и педагоги. В настоящее время сложились устойчивые традиции исследования рефлексивных процессов в различных областях знания. Рефлексия рассматривается в рамках подходов к исследованию сознания в работах Выготского Л. С., Леонтьева А. Н., мышления в трудах Брушлинского А. В., Давыдова В. В., творчества у Степанова С. Ю., общения в исследованиях Андреевой Г. М., Бодалева А. А., а также личности в концепциях Абульхановой-Славской К. А. и Рубинштейна С. Л.

Особого внимания заслуживает субъектно-деятельностный подход С. Л. Рубинштейна, в котором рефлексии отводится ведущая роль в самодетерминации человека. Именно возникновение сознания, по его мнению, связано с выделением из

непосредственного переживания рефлексии на окружающий мир и на самого себя. Я. А. Пономарев подчеркивал, что рефлексия является одной из главных характеристик творчества, делая человека объектом управления для самого себя и выступая основным средством саморазвития и личностного роста. Среди современных исследователей следует отметить А. В. Карпова [4], И. Н. Семенова [12], А.С. Шарова [14, 15, 16] и Г. П. Щедровицкого.

В подходе А. В. Карпова рефлексивность предстает как метаспособность, входящая в когнитивную структуру психики и выполняющая регулятивную функцию [4]. Рефлексивные процессы он определяет как процессы третьего порядка, наивысшие по степени интегрированности. Они служат способом и механизмом выхода психики за собственные пределы, обеспечивая пластичность и адаптивность личности. Карпов подчеркивает, что рефлексия — это синтетическая психическая реальность, одновременно являющаяся и процессом, и свойством, и состоянием, позволяющая реконструировать и анализировать план построения мысли.

С точки зрения рефлексивного подхода, развиваемого профессором А. С. Шаровым, рефлексия выступает базовым механизмом самоорганизации психической активности. Им подробно описан многогранный механизм рефлексии, включающий этапы от выделения объекта деятельности и его свойств до организации границ, осмысления взаимосвязей и объективации результата. Изучая этот механизм, А. С. Шаров разработал теорию учения в рамках рефлексивно-регулятивного подхода, где особый акцент делается на самостоятельности обучающихся, формировании у них навыков саморегуляции собственной деятельности [14, 15]. Общим местом в трудах многих ученых является вывод о том, что включение рефлексивных функций ставит индивида в позицию исследователя собственной деятельности, развивая механизмы самоанализа и саморегуляции. Таким образом, рефлексия есть осознание смысла и способов деятельности, а также объективная оценка её результатов.

В педагогическую науку понятие рефлексии вошло относительно недавно. А. К. Маркова определяет педагогическую рефлексию как способность педагога мысленно представлять себе сложившуюся ситуацию и на этой основе уточнять представление о самом себе, учитывая при этом, как его понимают ученики. Рассматривая педагогическую рефлексию, важно исходить из того, что доминантой педагогического процесса является развитие, а его назначение — создание условий для развития и саморазвития всех участников [6]. Оценка результатов этого развития осуществляется субъектом через самонаблюдение и самоанализ, то есть через рефлексию. Следовательно, рефлексию в педагогическом процессе можно определить как процесс и результат фиксирования субъектами состояния своего развития и его причин.

Использование рефлексивных практик в образовании позволяет выстраивать эффективные межсубъектные отношения в системе «учитель-ученик». Западные психологи справедливо отмечали, что рефлексия может стать фундаментом всего образовательного процесса, так как обучение на основе рефлексии всегда порождает новое знание в сознании индивида. В структуре рефлексии педагогического процесса принято выделять пять ключевых компонентов: рефлексия педагогом деятельности ученика, рефлексия педагогом своей собственной деятельности, рефлексия педагогом педагогического взаимодействия, рефлексия обучающимися своей деятельности и рефлексия обучающимися деятельности педагога. Реализуемые при этом функции — проектировочная, организаторская, коммуникативная, смыслотворческая, мотивационная и коррекционная — значительно повышают развивающий потенциал рефлексии.

Особое значение организация рефлексивного обучения приобретает в процессе методической подготовки будущих учителей биологии. Оно способствует активизации механизмов профессионального самоопределения и саморазвития студентов в процессе освоения дисциплины «Методика обучения биологии». Ценность рефлексии в изучении методики обучения биологии заключается в её ориентации на действие, социальную и личностную направленность. В ходе такого обучения бакалавры, магистранты и аспиранты

учатся осуществлять различные виды профессиональной деятельности, регулировать их, овладевая механизмами регуляции. Рефлексия вовлекает их в деятельность по целеполаганию, планированию, диагностике и мониторингу, что способствует развитию методической компетентности.

Современный этап развития российского общества и системы образования характеризуется сменой образовательной парадигмы. На смену когнитивной модели приходит личностно-ориентированная, что требует переосмысления целей, содержания и организации профессиональной подготовки педагогов. Вводимый профессиональный стандарт педагога актуализирует требования к готовности учителя к инновационной деятельности, творческому подходу, ответственности и самостоятельности в принятии решений. Это в полной мере относится и к подготовке учителей биологии, призванных формировать естественно-научную картину мира у подрастающего поколения.

Однако, как показывает анализ образовательной практики, в подготовке бакалавров, магистрантов и аспирантов по методике обучения биологии сохраняется ряд противоречий. Между потребностью общества в учителях, способных к рефлексии и критическому мышлению, владеющих информационно-коммуникационными технологиями, и недостаточной разработанностью теоретико-методологических основ их подготовки. Между необходимостью формирования методической компетентности и отсутствием целостной концепции обучения, которая преодолела бы отчуждение студента от знаний и обеспечила бы его субъектную позицию в проектировании собственной образовательной траектории.

**Материал и методы исследования.** Теоретико-методологическую базу исследования составили фундаментальные работы в области педагогической психологии и теории образования. Проблемы рефлексии как одного из объяснительных принципов организации психики и механизма саморазвития личности рассматривались в трудах Б.Г. Ананьева, Л.С. Выготского, С.Л. Рубинштейна. Разработка теории рефлексивного обучения и его роли в профессиональном становлении педагога представлена в исследованиях А.А. Бизяевой, И.Н. Семенова, А.С. Шарова, Г.П. Щедровицкого. В работах А.С. Шарова особо подчеркивается значимость рефлексивной организации психических процессов в ходе учения, где ведущей функцией обучения становится регуляция учебной деятельности, а функцией учения — регуляция студентом собственной активности.

Значительный вклад в понимание компетентностного подхода внесли Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, А.В. Хуторской, определяющие компетенцию как единство самоорганизации, самостоятельности, самоконтроля и рефлексии. Вопросы методической подготовки учителей естественно-научных дисциплин разрабатывались Т.В. Ивановой, Л.Н. Орловой, С.В. Суматохиным и др. Однако, как показал ретроспективный анализ учебно-методического обеспечения по методике обучения биологии (от В.Ф. Зуева до современных изданий), проблема целенаправленного развития профессиональной рефлексии в процессе методической подготовки не становилась предметом специального изучения. Существующие учебники, фиксируя необходимый объем знаний, зачастую не предоставляют инструментов для выстраивания индивидуальной траектории и саморегуляции студента в учебном предмете. Это обусловило необходимость создания целостной рефлексивной системы обучения и соответствующего инновационного учебно-методического комплекса нового поколения.

**Результаты и обсуждение.** В ответ на требование практики усилить рефлексивную составляющую образовательного процесса, нами было предпринято исследование, в котором рефлексивно-регулятивный подход лег в основу создания рефлексивной системы обучения методике биологии. Была разработана Концепция рефлексивной системы обучения бакалавров, магистрантов, аспирантов на основе логики освоения методики обучения биологии [1].

Суть данной концепции заключается в создании такой системы профессиональной подготовки будущего учителя биологии, которая ориентирована не просто на передачу суммы знаний, а на формирование педагога, готового к постоянным изменениям в системе

образования, способного к нестандартному мышлению и осознанному управлению собственной профессиональной деятельностью. Достижение этой цели видится через перенос акцента в учебной работе бакалавров, магистрантов и аспирантов на развитие педагогической рефлексии, которая понимается как ключевой механизм профессионального становления. Педагогическая рефлексия в этой системе выполняет множество важнейших функций: она обеспечивает профессиональное самоопределение и адаптацию будущего учителя, развивает его осознанное отношение к деятельности, способствует формированию инновационного и творческого мышления, а также служит инструментом самооценки, самоанализа и профилактики профессиональных деформаций и кризисов.

В основе концепции лежит идея о том, что главная задача высшего профессионального образования – сформировать в рамках учебной деятельности деятельность профессиональную, то есть обеспечить качественный переход студента от учения к труду. Этот переход осуществляется через особую логику освоения методических дисциплин, которая базируется на теории рефлексивного обучения. Освоение методики обучения биологии предполагает определенную логику движения студента в предмете и саморегуляцию этого движения, которая включает в себя три уровня активности личности: операционный, связанный с регуляцией конкретных действий в конкретной ситуации; тактический, относящийся к постановке целей и планированию деятельности; и стратегический, ориентирующий на дальнюю временную перспективу и принятые человеком ценности [1].

В рамках предлагаемого подхода к логике освоения методических дисциплин от теории к квалификационной практике выделяются три базовые формы учебной деятельности: знаковая, моделирующая и проективная. Знаковая деятельность представляет собой первый этап движения, на котором происходит усвоение теоретических методико-биологических знаний как системы понятий, закономерностей и принципов. Студент работает с лекционным материалом, учебниками и электронными ресурсами, осваивая содержательную часть дисциплины. На этом этапе формируется ценностно-смысловая организация системы знаний, когда изучаемые понятия и регулятивные действия закрепляются в различных видах активности студента, включая мнемонические действия, выполнение лабораторных работ, составление схем и коллажей. Итогом знаковой деятельности становится усвоение системы методических понятий и их взаимосвязей, что соответствует операционному уровню регуляции.

Моделирующая деятельность является продолжением знаковой и заключается в создании или усвоении моделей учебной и учебно-профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний. Модели в самом широком смысле выступают средством познания, способным отражать и воспроизводить предметы и явления, их структуру и динамику. На этом этапе студент не просто получает готовые модели, но и учится их вычленять, анализируя проблемные ситуации, а затем отрабатывает их в когнитивной регулятивной активности при решении конкретных учебных задач. В процессе отработки моделей в исследовательской, экспериментальной или конструктивной деятельности формируется неявный опыт регуляции собственной деятельности, обобщенные умения и навыки, необходимые для педагогической практики. Студенты проектируют фрагменты уроков, разрабатывают опыты, составляют структурно-логические схемы, решают ситуационные задачи, что в итоге позволяет выйти на тактический уровень методической компетентности, когда студент успешно использует совокупность средств и способов деятельности в изменяющихся условиях.

Проективная деятельность представляет собой наиболее приближенную к профессиональной форме работы, через которую реализуются освоенные модели в конкретных ситуациях. В процессе проектирования от студента требуется актуализация всей совокупности методических знаний как организованной теоретической модели и отработанных схем регуляции собственной деятельности. Проективная деятельность включает несколько фаз: создание нового проекта или усвоение уже известного, его

проверку на адекватность в решении возникшей проблемы и наконец реализацию в конкретных условиях. В рамках этой деятельности студенты конструируют уроки и их системы, разрабатывают экскурсии и другие формы обучения, пишут курсовые и выпускные квалификационные работы, проходят педагогическую практику. Самостоятельное создание и реализация проекта формируют методическое мышление студента, его творческую направленность, а рефлексия помогает привести полученные знания в систему, что способствует не только самореализации, но и личностному росту, позволяя выйти на стратегический уровень методической компетентности.

Важным механизмом всей системы является то, что структура регуляции учебной деятельности и ее саморегуляция опираются на три подсистемы: ценностно-смысловую, направленную на актуализацию знаний как личностно значимых конструктов; подсистему активности, связанную с формированием и развитием умений и навыков; и рефлексивную подсистему, обеспечивающую самоорганизацию и оформление любого процесса. На каждом этапе учения в зависимости от базовой формы деятельности развиваются специфические механизмы регуляции, при этом процесс регуляции всегда остается целостным, просто на одной из подсистем делается акцент. Организация процесса методической подготовки на основе логики движения обучаемого в дисциплине и саморегуляции этого движения требует от преподавателя овладения психологией этого движения, создания инновационного учебно-методического комплекса, соответствующего трем базовым формам деятельности, и разработки системы заданий, при решении которых студент осваивает определенные регулятивные действия и методические компетенции.

В конечном итоге представленная Концепция рефлексивной системы обучения бакалавров, магистрантов, аспирантов на основе логики освоения методики обучения биологии обладает свойством усиливать педагогическую и психологическую основу профессиональной подготовки будущего учителя биологии, способствуя развитию не только знаний и умений в области теории и методики обучения биологии, но и важнейших способностей рефлексировать, предвосхищать результаты своей деятельности и формировать устойчивую методическую компетентность, обеспечивающую успешную профессиональную деятельность в долгосрочной перспективе.

Разработанная на основе Концепции рефлексивная система обучения методике биологии представляет собой совокупность пяти взаимосвязанных компонентов: целевого, содержательного, операционно-деятельностного, регулятивного и рефлексивного. Эта система открывает инновационное направление в методической подготовке учителя биологии, подчинена цели формирования методической компетентности и задачам достижения новых образовательных результатов, в первую очередь – педагогической рефлексии. В результате студент становится способным к умножению своего интеллектуального потенциала, а организация обучения активизирует механизмы его профессионального самоопределения [1, 2].

Важно подчеркнуть, что спонтанного развития рефлексивного мышления не происходит. Ведущим фактором являются специально организованные условия обучения. Наиболее эффективными приемами и методами формирования педагогической рефлексии являются мониторинг собственной деятельности с последующим анализом, ведение аналитических дневников и «бортовых журналов», видеозапись уроков с их последующим самоанализом. Широко применяются методы проблемного обучения, рефлексивные методы, такие как рецензирование и анализ конкретных ситуаций, метод диалога, развивающий рефлексивно-критическую позицию. Эффективны технологии «мозгового штурма», кейс-стади, дискуссии, проекты, а также методы оценки, включая коллажирование, интеллектуальные карты, инфографика, эссе, портфолио и синквейны.

Особое место занимают игровые технологии и кейс-технологии, в том числе современные AR-кейсы с использованием дополненной реальности. Цель всех этих приемов – развитие у студента способности к рефлексивной децентрации, умению видеть себя со стороны и осмысливать свое профессиональное Я [19].

Среди авторских методик, стимулирующих педагогическую рефлексию, можно выделить рефлексивный консилиум, предполагающий групповое обсуждение методической ситуации, рефлексивные дебаты по типу сократического диалога и рефлексивное интервью, развивающее искусство задавать вопросы и искать ответы. Особого внимания заслуживает методика «рефлексивные уроки» Д. Крукшенка. Она построена на вовлечении студентов в процесс обучения с последующим анализом, где каждый поочередно выполняет роли учителя и ученика. Достоинство методики в том, что она позволяет студенту апробировать себя в роли учителя в психологически безопасной, но профессионально реальной атмосфере и получить немедленную обратную связь. Рефлексивный анализ урока дает целостное представление о профессиональной деятельности от постановки цели до анализа результатов [1, 17, 18].

Еще одной эффективной формой является рефлексивный семинар, который, в отличие от традиционного, создает интеллектуально и эмоционально насыщенную «иную реальность», где диалог становится условием развития критического мышления и компетентности. Участие в таком семинаре требует от студента активности, осмысления информации, рефлексии этапов движения и уважительного отношения к мнению других.

**Заключение.** Рассмотренные методы, формы и технологии, разработанные на основе рефлексивно-регулятивного подхода, формируют у будущего учителя биологии устойчивую рефлексивную позицию по отношению к себе и своей деятельности. Они побуждают к самоанализу, осмыслению себя в педагогической ситуации и оценке своего профессионального Я. Рефлексируя и осознавая собственную деятельность, человек не только анализирует прошлое, но и смотрит в будущее, предвосхищая возможные события, что и является основой его непрерывного развития и самосовершенствования.

#### **Литературы:**

[1] **Арбузова, Е.Н.** Рефлексивная система обучения студентов методике обучения биологии с применением инновационного учебно-методического комплекса. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2021. – 347 с.

[2] **Бизяева, А.А.** Психология думающего учителя – педагогическая рефлексия. – Псков: ПГПИ им. С.М. Кирова, 2004. – 216 с.

[3] **Гимпель, Л.П.** Педагогическая рефлексия в структуре профессиональной деятельности // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии: сб. ст. по матер. I междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2010.

[4] **Карпов, А.В.** Психология рефлексивных механизмов деятельности. – М.: Ин-т психологии РАН, 2004. – 267 с.

[5] **Кашлев, С.С.** Современные технологии педагогического процесса: Пособие для педагогов. – Мн.: Высшая школа, 2002. – 95 с.

[6] **Маркова, А.К.** Формирование мотивации учения в школьном возрасте: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 2005. – 246 с.

[7] **Мудрова, А.В.** Рефлексия – составляющая гуманистически направленного взаимодействия субъектов образовательного процесса // Наука и современность. – 2011. – С. 38-41.

[8] **Пугачев, Е.П., Пугачева Л.В.** Технологии рефлексии в педагогическом процессе // Открытый урок. Первое сентября. [Электронный ресурс]. – URL: <https://urok.1sept.ru/articles/553626> (дата обращения: 24.04.2026).

[9] **Курбатова, О.В., Красноперова Л.Б., Солдатенко С.А.** Рефлексия учебного занятия: методический аспект (для педагогических работников). – п. Металлплощадка, 2017. – 44 с.

[10] **Рубинштейн, С.Л.** Бытие и сознание. Человек и мир. – СПб.: Питер, 2003. – 512 с.

[11] **Семенов, И.Н., Степанов С.Ю.** Проблемы психологического изучения рефлексии и творчества. – М.: Речь, 2003. – 254 с.

[12] **Скурихина, Н.В.** Рефлексивно-деятельностная педагогика как социокультурный фактор развития физической культуры в современном обществе. – Красноярск: СФУ, 2016. – 157 с.

[13] **Шаров, А.С.** Психология образования и развития человека: Учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 1996. – 150 с.

- [14] **Шаров, А.С.**, Шаров Д.А. Рефлексивный подход в обучении информатике: монография. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2007. – 202 с.
- [15] **Шаров, А.С.** Ограниченный человек: значимость, активность, рефлексия: монография. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2000. – 358 с.
- [16] **Яскина, О.А.** Цифровой контент визуальных средств как инструмент повышения внутренней мотивации к изучению биологии в старших классах // Инновационные процессы в биологическом образовании школьников и студентов педагогических вузов. – Москва: ООО «Русайнс», 2025. – С. 156-165.
- [17] **Яскина, О.А.** Использование комплекса визуальных средств в обучении биологии старшеклассников // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции памяти Д.И. Менделеева. – Москва: ГУП, 2024. – С. 264-267.
- [18] **Яскина, О.А.** Возможности и риски использования технологии визуализации в работе со старшеклассниками // Детство, открытое миру: Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции. – Омск: ОмГПУ, 2024. – С. 96-97.

## References:

- [1] **Arbuzova, E.N.** Refleksivnaja sistema obuchenija studentov metodike obuchenija biologii s primeneniem innovacionnogo uchebno-metodicheskogo kompleksa. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva: Jurajt, 2021. – 347 s. [in Russian]
- [2] **Bizjaeva, A.A.** Psihologija dumajushhego uchitelja – pedagogicheskaja refleksija. – Pskov: PGPI im. S.M. Kirova, 2004. – 216 s. [in Russian]
- [3] **Gimpel', L.P.** Pedagogicheskaja refleksija v strukture professional'noj dejatel'nosti // Lichnost', sem'ja i obshhestvo: voprosy pedagogiki i psihologii: sb. st. po mater. I mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk: SibAK, 2010. [in Russian]
- [4] **Karpov, A.V.** Psihologija refleksivnyh mehanizmov dejatel'nosti. – M.: In-t psihologii RAN, 2004. – 267 s. [in Russian]
- [5] **Kashlev, S.S.** Sovremennye tehnologii pedagogicheskogo processa: Posobie dlja pedagogov. – Mn.: Vysshaja shkola, 2002. – 95 s. [in Russian]
- [6] **Markova, A.K.** Formirovanie motivacii uchenija v shkol'nom vozraste: Posobie dlja uchitelej. – M.: Prosveshhenie, 2005. – 246 s. [in Russian]
- [7] **Mudrova, A.V.** Refleksija – sostavljajushhaja gumanisticheski napravlennogo vzaimodejstvija sub#ektov obrazovatel'nogo processa // Nauka i sovremennost'. – 2011. – S. 38-41. [in Russian]
- [8] **Pugachev, E.P.**, Pugacheva L.V. Tehnologii refleksii v pedagogicheskom processe // Otkrytyj urok. Pervoe sentjabrja. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://urok.1sept.ru/articles/553626> (data obrashhenija: 24.04.2026). [in Russian]
- [9] **Kurbatova, O.V.**, Krasnoperova L.B., Soldatenko S.A. Refleksija uchebnogo zanjatija: metodicheskij aspekt (dlja pedagogicheskikh rabotnikov). – p. Metallplohhadka, 2017. – 44 s. [in Russian]
- [10] **Rubinshtejn, S.L.** Bytie i soznanie. Chelovek i mir. – SPb.: Piter, 2003. – 512 s. [in Russian]
- [11] **Semenov, I.N.**, Stepanov S.Ju. Problemy psihologicheskogo izuchenija refleksii i tvorchestva. – M.: Rech', 2003. – 254 s. [in Russian]
- [12] **Skurihina, N.V.** Refleksivno-dejatel'nostnaja pedagogika kak sociokul'turnyj faktor razvitija fizicheskoj kul'tury v sovremennom obshhestve. – Krasnojarsk: SFU, 2016. – 157 s. [in Russian]
- [13] **Sharov, A.S.** Psihologija obrazovaniya i razvitija cheloveka: Uchebnoe posobie. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 1996. – 150 s. [in Russian]
- [14] **Sharov, A.S.**, Шаров Д.А. Рефлексивный подход в обучении информатике: монография. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2007. – 202 с. [in Russian]
- [15] **Sharov, A.S.** Ogranichenyj chelovek: znachimost', aktivnost', refleksija: monografija. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2000. – 358 с. [in Russian]
- [16] **Jaskina, O.A.** Cifrovoy kontent vizual'nyh sredstv kak instrument povyshenija vnutrennej motivacii k izucheniju biologii v starshih klassah // Innovacionnye processy v biologicheskom obrazovanii shkol'nikov i studentov pedagogicheskikh vuzov. – Moskva: ООО «Rusajns», 2025. – S. 156-165. [in Russian]
- [17] **Jaskina, O.A.** Ispol'zovanie kompleksa vizual'nyh sredstv v obuchenii biologii starsheklassnikov // Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii pamjati D.I.Mendeleeva. – Moskva: GUP, 2024. – S. 264-267. [in Russian]

[18] Jaskina, O.A. Vozmozhnosti i riski ispol'zovaniya tehnologii vizualizacii v rabote so starsheklassnikami // Detstvo, otkrytoe miru: Sbornik materialov XIV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Omsk: OmGPU, 2024. – S. 96-97. [in Russian]

#### **A REFLEXIVE APPROACH IN UNIVERSITY BIOLOGY TEACHING METHODS**

**Arbuzova E.N.**, doctor of Pedagogical Sciences, professor

*State University of Education, Moscow, Russia*

**Annotation.** The reflexive approach in the university's biology teaching methodology is focused on developing students' ability to comprehend their own academic and professional activities. A reflective approach is a way of thinking and analyzing in which a person consciously examines their own actions, thoughts, and experiences. It involves the ability to ask yourself questions about the reasons, motives, and consequences of your decisions. This approach helps to better understand oneself and improve personal and professional development, involves the inclusion in the educational process of special forms and methods aimed at analyzing the knowledge gained, evaluating ways to solve biological problems and the formation of critical thinking. Problem-based learning, research projects, portfolios, and reflective diaries occupy an important place. This approach contributes to a deeper understanding of biological patterns, the integration of theory and practice, and the development of independence and responsibility for future specialists. As a result, professional competence is formed, readiness for scientific research and continuous self-development. The article is devoted to the urgent problem of implementing the education of biology students based on a reflexive-regulatory approach. The paper examines the essence of the concept of "reflection of the pedagogical process", analyzes the reflection of the student's activity as a future biology teacher. The key provisions of the concept of reflexive methodological training in a pedagogical university are revealed. The article presents a model of a reflexive learning system, as well as examples of methods, forms and technologies that effectively develop students' pedagogical reflection.

**Keywords:** reflection, reflexive-regulatory approach, methodological training, biology students, individual educational trajectory.

#### **ЖОО-да БИОЛОГИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІНДЕГІ РЕФЛЕКСИВТІ ТӘСІЛ**

**Арбузова Е.Н.**, педагогика ғылымдарының докторы, профессор

*Мәскеу мемлекеттік ағарту университеті, Мәскеу қ., Ресей*

**Аңдатпа.** Биологияны оқытудың ЖОО әдістемесіндегі рефлексивті тәсіл студенттердің өздерінің оқу және кәсіби қызметін түсіну қабілетін дамытуға бағытталған. Рефлексиялық тәсіл-бұл адамның өз әрекеттерін, ойлары мен тәжірибелерін саналы түрде зерттейтін ойлау және талдау тәсілі. Ол өз шешімдерінің себептері, себептері мен салдары туралы сұрақтар қоюды қамтиды. Бұл тәсіл өзін тереңірек түсінуге және жеке және кәсіби дамуды жақсартуға көмектеседі, білім беру процесіне алынған білімді талдауға, биологиялық мәселелерді шешу жолдарын бағалауға және сыни ойлауды қалыптастыруға бағытталған арнайы формалар мен әдістерді қосуды қамтиды. Проблемалық оқыту, ғылыми жобалар, портфолио және рефлексиялық күнделіктер маңызды орын алады. Бұл тәсіл биологиялық заңдылықтарды тереңірек түсінуге, теория мен практиканы біріктіруге, болашақ мамандардың тәуелсіздігі мен жауапкершілігін дамытуға ықпал етеді. Нәтижесінде кәсіби құзыреттілік, ғылыми ізденіске және үздіксіз өзін-өзі дамытуға дайындық қалыптасады. Мақала рефлексивті-реттеуші тәсіл негізінде биология студенттерін оқытуды жүзеге асырудың өзекті мәселесіне арналған. Жұмыста "педагогикалық процестің рефлексиясы" ұғымының мәні қарастырылады, болашақ биология мұғалімі ретінде студенттің іс-әрекетінің рефлексиясы талданады. Педагогикалық ЖОО - да рефлексивті әдістемелік даярлық тұжырымдамасының негізгі ережелері ашылады. Мақалада рефлексивті оқыту жүйесінің моделі, сонымен қатар студенттерде педагогикалық рефлексияны тиімді дамытатын әдістер, формалар мен технологиялардың мысалдары келтірілген.

**Тірек сөздер:** рефлексия, рефлексивті-реттеуші тәсіл, әдістемелік дайындық, биология студенттері, жеке білім беру траекториясы.

## ГЕНЕТИКАЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТ НӘТИЖЕЛЕРІНІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Әлайдар Н.Е., 7M01517 - «Биология» БББ-ның 2-ші курс магистранты

[nurymzhan.alaidar@mail.ru](mailto:nurymzhan.alaidar@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0004-2384-2988>

Курманбаев Р.Х., биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

[rakhat72@mail.ru](mailto:rakhat72@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0299-3494>

*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

**Аңдатпа.** Мақалада генетикалық эксперимент нәтижелерінің теориялық негіздері, оларды интерпретациялаудың ғылыми қағидалары және жоғары оқу орнында оқыту үдерісінде қолдану жолдары жан-жақты қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – генетикалық эксперимент нәтижелерін ғылыми тұрғыдан бағалауға мүмкіндік беретін негізгі теориялық және әдіснамалық ұстанымдарды жүйелеу, олардың білім беру тәжірибесіндегі маңызын айқындау. Зерттеу нысаны ретінде генетикалық эксперименттен алынатын деректер жүйесі алынса, пәні ретінде сол деректердің сенімділігін, валидтілігін және теориялық модельдермен байланысын түсіндіру тетіктері қарастырылды. Жұмыста теориялық талдау, салыстырмалы шолу, құрылымдық-жүйелік сараптау және ғылыми әдебиеттерді мазмұндық интерпретациялау әдістері қолданылды. Зерттеу нәтижесінде гипотеза, зерттеу дизайны, бақылау, қайталанымдылық, статистикалық өңдеу, генотип–фенотип байланысы, орта ықпалы және эпигенетикалық реттелу генетикалық нәтижені түсіндірудегі негізгі факторлар екені нақтыланды. Сонымен қатар эксперимент деректерін мендельдік, хромосомалық, молекулалық және популяциялық генетика модельдерімен сәйкестендірудің ғылыми маңызы көрсетілді. Мақала тұжырымдары генетика пәнін оқытуда деректермен жұмыс істеудің ғылыми мәдениетін қалыптастыруға, студенттердің зерттеушілік ойлауын дамытуға және әдістемелік негізді күшейтуге мүмкіндік береді. Бұл тұжырымдар жоғары оқу орындарында болашақ биология мұғалімдерін даярлау үдерісінде эксперименттік деректерді талдау, ғылыми қорытынды жасау, дәлелді пікір қалыптастыру және зерттеу нәтижелерін оқу мазмұнымен байланыстыра білу дағдыларын дамытуға практикалық тұрғыдан ықпал етеді, сондай-ақ пәнді терең түсінуге бағытталған әдістемелік шешімдерді оқыту сапасын жетілдіреді.

**Тірек сөздер:** генетикалық эксперимент; деректер интерпретациясы; сенімділік пен валидтілік; статистикалық өңдеу; теориялық модель.

**Кіріспе.** Қазіргі биология ғылымында эксперименттік әдістер ғылыми танымның негізгі құралына айналды. Тірі жүйелердің күрделілігі, көпфакторлы табиғаты және өзгермелілігі биологиялық құбылыстарды жай бақылаумен ғана емес, мақсатты түрде жоспарланған тәжірибелер арқылы түсіндіруді талап етеді. Әсіресе тұқым қуалаушылық пен өзгергіштік заңдылықтарын ашуда генетикалық эксперимент жетекші орын алады, өйткені ол генетикалық механизмдерді тек сипаттап қоймай, оларды тексеруге, салыстыруға және дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Генетикалық эксперимент – тірі ағзалардың генетикалық құрылымын, гендердің қызметін, тұқым қуалау жолдарын және генотип пен фенотип арасындағы байланысты арнайы жоспарланған тәжірибелер арқылы зерттеуге бағытталған әдістер жүйесі. Бұл жүйеге классикалық будандастыру, ұрпақ талдауы, мутагенез, генетикалық маркерлерді қолдану, цитогенетикалық және молекулалық талдау тәсілдері кіреді. Генетиканың қалыптасу тарихында Г. Мендель тәжірибелерінің орны ерекше: жүйелі будандастыру мен сандық есеп негізінде тұқым қуалаудың дискретті сипаты дәлелденіп, кейін хромосомалық және молекулалық теориялардың дамуына жол ашылды.

Қазіргі кезеңде генетикалық эксперименттер молекулалық және геномдық деңгейге көтерілді. ДНҚ секвенирлеу, жоғары өнімді талдау, ген экспрессиясын бағалау, биоинформатикалық өңдеу және геномды редакциялау күрделі белгілердің табиғатын, көпгенді эсерлерді және эпигенетикалық реттелуді түсіндіруге мүмкіндік беріп отыр. Осыған байланысты эксперимент нәтижесін сауатты интерпретациялау және оны теориялық модельмен байланыстыру генетикадағы ғылыми ойлаудың өзегіне айналады.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі генетикалық эксперимент нәтижелерін механикалық сипаттаудан гөрі, оларды ғылыми негізде бағалауға, дәлелдеуге және оқу үдерісінде дұрыс пайдалануға деген қажеттіліктен туындайды. Зерттеу нысаны – генетикалық эксперименттен алынатын деректер жүйесі. Зерттеу пәні – осы деректердің сенімділігін, валидтілігін, интерпретациялық мүмкіндігін және теориялық модельдермен сәйкестігін айқындайтын әдіснамалық ұстанымдар. Зерттеудің мақсаты – генетикалық эксперимент нәтижелерінің теориялық негіздерін жүйелеп, оларды түсіндірудің ғылыми логикасын ашу. Міндеттері: генетикалық эксперименттің сапасын анықтайтын факторларды саралау; деректерді интерпретациялаудың негізгі қағидаларын көрсету; теориялық модельдермен салыстыру тетіктерін нақтылау; алынған қағидалардың оқыту үдерісіндегі маңызын негіздеу.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Жұмыстың материалдық базасын генетика, молекулалық биология, популяциялық генетика және биостатистика бойынша отандық және шетелдік еңбектер құрады. Әдебиеттерді іріктеу барысында генетикалық эксперимент нәтижелерін түсіндіруге тікелей қатысы бар классикалық және заманауи теориялық еңбектер қамтылды. Атап айтқанда, Мендельдік заңдылықтар, хромосомалық теория, молекулалық генетика және биометриялық талдау қағидалары бар дереккөздер басшылыққа алынды.

Зерттеуде теориялық талдау, салыстырмалы шолу, жүйелік-құрылымдық сараптау және мазмұндық интерпретация әдістері қолданылды. Теориялық талдау генетикалық эксперименттің ғылыми табиғатын және оның эмпирикалық нәтижелерін түсіндіретін басты ұғымдарды анықтауға бағытталды. Салыстырмалы шолу арқылы классикалық және қазіргі генетикада қолданылатын деректер типтері мен интерпретациялық модельдердің айырмашылығы мен сабақтастығы сараланды. Жүйелік-құрылымдық әдіс нәтижелер сапасын қамтамасыз ететін факторларды біртұтас жүйе ретінде қарастыруға мүмкіндік берді.

Сонымен қатар генетикалық нәтижені бағалаудың аналитикалық матрицасы құрылды. Бұл матрицаға зерттеу гипотезасы, тәжірибе дизайны, бақылау топтары, үлгі көлемі, қайталаным саны, статистикалық өңдеу, орта факторлары, генотип–фенотип арақатынасы және теориялық модельмен сәйкестік сияқты өлшемдер енгізілді. Осындай тәсіл жұмыстың теориялық сипатына қарамастан, деректерді бағалау логикасын нақтылауға мүмкіндік берді және 1-кестеде жүйеленген факторларды негіздеуге көмектесті.

Әдістемелік тұрғыдан бұл жұмыс шолу-сараптамалық зерттеу ретінде орындалды. Сондықтан тәжірибелік нысандар туралы бастапқы биологиялық материал жиналмады; оның орнына түрлі деңгейдегі генетикалық деректерді түсіндіруде қолданылатын ғылыми ұстанымдар жинақталып, жалпыланды. Мұндай бағыт генетика пәнін оқытуда студенттердің нақты дерекпен жұмыс істеу мәдениетін қалыптастыруға қолайлы теориялық негіз береді.

**Зерттеу нәтижелерін талдау.** Генетикалық эксперимент нәтижесі дайын күйіндегі «ақиқат» емес; ол белгілі бір алғышарттар орындалғанда ғана ғылыми мағынаға ие болады. Сол себепті кез келген зерттеу ең алдымен нақты гипотезадан басталуы тиіс. Гипотеза зерттеудің мақсатын, өлшенетін көрсеткіштерді, күтілетін байланыстарды және интерпретация шекарасын анықтайды. Теориялық негізі әлсіз гипотеза нәтижені түсіндіруді қиындатып, деректі кездейсоқ мәлімет деңгейінде қалдырады [10].

Эксперименттік дизайн – нәтижені қалыптастыратын негізгі құрылым. Оның құрамына бақылау және тәжірибелік топтарды бөлу, айнымалыларды шектеу, үлгі көлемін белгілеу, қайталаным санын анықтау, өлшеу мерзімін нақтылау және деректерді өңдеу жоспарын алдын ала құру жатады. Дизайн әлсіз болған жағдайда алынған нәтиже кездейсоқ ауытқуларға тәуелді болып, заңдылықты дәл көрсету қабілетін жоғалтады [19]. Әсіресе күрделі полифакторлы белгілерді зерттегенде үлгі көлемінің жеткіліксіздігі мен бақылаудың әлсіздігі интерпретациялық қате тудырады.

Зерттеу нысанын дұрыс таңдау да шешуші мәнге ие. Генетикалық құрылымы жақсы зерттелген, генерация уақыты қысқа және фенотиптік белгілері айқын модельдік ағзалар эксперимент нәтижесін салыстырмалы түрде тез әрі сенімді алуға мүмкіндік береді. *Drosophila melanogaster*, *Arabidopsis thaliana* және *Escherichia coli* сияқты нысандардың ғылыми айналымда кең қолданылуы осыдан туындайды. Ал табиғи популяциялар мен күрделі көпжасушалы ағзаларда орта ықпалы мен генетикалық әртүрлілік жоғары болғандықтан, интерпретация кезінде қосымша шектеулер есепке алынады.

Сенімділік пен валидтілік генетикалық эксперименттің ғылыми құндылығын анықтайтын екі іргелі өлшем болып табылады. Сенімділік – нәтижелердің тұрақтылығы және қайталанымдылығы; яғни бірдей жағдайларда қайталанған зерттеу ұқсас қорытынды беруі тиіс. Валидтілік – алынған

деректің нақты зерттеліп отырған құбылысты шынайы бейнелеу деңгейі. Эксперимент сенімді болғанымен, егер ол зерттеу сұрағына дәл жауап беретін көрсеткішті өлшемесе, валидті деп есептелмейді. Керісінше, зерттеу мақсатына сай көрсеткіш таңдалғанымен, нәтиже қайталанбаса, ғылыми сенім төмендейді.

Қазіргі генетикада деректерді статистикалық өңдеу интерпретацияның міндетті буынына айналды. Теориялық күтілетін қатынастардан ауытқу әрдайым заңдылықтың бұзылуын білдірмейді; кей жағдайда бұл тек кездейсоқ вариация болуы мүмкін. Сондықтан фенотиптік ажырау, аллель жиілігі, экспрессия деңгейі немесе мутация жиілігі сияқты көрсеткіштер мәнділік деңгейі, дисперсия, сенімділік интервалы және эффект мөлшері арқылы бағалануы керек. Мұндай өңдеу деректі сипаттаудан дәлелдеуге көшіреді.

Нәтижелерді түсіндіруде генотип–фенотип байланысының көпдеңгейлі сипаты ерекше назар аудартады. Классикалық көзқараста генотип фенотипті анықтайды деп қарастырылғанымен, заманауи деректер бұл байланыстың әлдеқайда күрделі екенін көрсетті. Бір белгіге бірнеше геннің әсер етуі (полигенділік), бір геннің бірнеше белгіні анықтауы (плейотропия), гендердің өзара әрекеттесуі (эпистаз) және регуляторлық тетіктер нәтижені көпқабатты құбылысқа айналдырады. Сондықтан «бір ген – бір белгі» қағидасын механикалық қолдану күрделі фенотиптерді түсіндіруде жеткіліксіз.

Фенотип көптеген жағдайда генотип пен орта әсерінің бірлескен өнімі ретінде көрінеді. Температура, жарық, қорек, стресс, токсиндер мен даму кезеңі ген экспрессиясына ықпал етіп, бір генотиптің өзінде фенотиптік айырмашылықтар туғызуы мүмкін. Демек, стандартталған жағдайлар мен бақылау топтарыңыз алынған дерек тұқым қуалау заңдылықтарын толық көрсете алмайды. Бұл әсіресе қолданбалы генетика мен селекцияда маңызды, өйткені белгі көрінісінің ортаға тәуелділігі практикалық шешімге тікелей әсер етеді [17].

Соңғы жылдары эпигенетикалық механизмдерді ескеру қажеттілігі күшейді. ДНҚ метилденуі, гистон модификациялары, реттеуші РНҚ және хроматиннің қайта құрылуы генетикалық тізбек өзгермегеннің өзінде фенотиптік айырмашылықтарға алып келуі мүмкін. Мұндай деректер күрделі аурулардың, даму үдерістерінің және бейімделу реакцияларының табиғатын түсіндіруде ерекше мәнге ие. Сондықтан кейбір тәжірибелерде фенотиптік өзгерісті тек мутациямен түсіндіру жеткіліксіз болып, ген экспрессиясының реттелу деңгейлерін де талдау қажет болады.

Эксперимент нәтижесі ғылыми білімге айналу үшін ол міндетті түрде теориялық модельмен салыстырылуы керек. Мендельдік модельдер ұрпақтардағы фенотиптік қатынастарды түсіндіруге негіз болса, хромосомалық теория гендердің орналасуы мен тіркесіп тұқым қуалауын ашты. Молекулалық модельдер ДНҚ құрылымы, генетикалық код және ген экспрессиясы сияқты құбылыстарды түсіндіруге мүмкіндік берді. Популяциялық модельдер аллель жиілігінің уақыт бойынша өзгеруін, сұрыпталу, дрейф және миграция ықпалын сандық бағалауға жағдай жасайды (1-кесте).

### 1-кесте – Генетикалық эксперимент нәтижелерін оқытуда пайдаланудың кезеңдері

Кезең	Мазмұны	Қалыптасатын дағды
1	Гипотезаны, нысанды және күтілетін нәтижені нақтылау	Теориялық ойлау, зерттеу сұрағын қою
2	Фенотиптік немесе молекулалық деректерді жинақтау және кестелеу	Дерекпен жұмыс істеу, жүйелеу
3	Нақты нәтижені теориялық модельмен және статистикалық көрсеткішпен салыстыру	Сандық талдау, дәлелдеу
4	Альтернативті түсіндірмелерді, орта факторларын және шектеулерді талдау	Сыни ойлау, интерпретация
5	Қорытындыны жазбаша және ауызша түрде ұсыну	Ғылыми коммуникация, академиялық этика

Осы тұрғыдан генетикалық эксперимент нәтижелерін интерпретациялаудың кезеңдік алгоритмін ұсынуға болады: 1) гипотезаны нақтылау; 2) дерек көзін және өлшенетін көрсеткішті

тексеру; 3) бақылау мен қайталанымының жеткіліктілігін бағалау; 4) статистикалық өңдеу арқылы ауытқудың мәнділігін анықтау; 5) нәтижені тиісті теориялық модельмен салыстыру; 6) қажет жағдайда альтернативті түсіндірмелерді, соның ішінде орта факторлары мен эпигенетикалық әсерлерді қарастыру. Мұндай алгоритм зерттеушінің субъективті түсіндіруін азайтып, қорытындының ғылыми негізділігін күшейтеді

Жоғары оқу орны жағдайында генетикалық эксперимент нәтижелерін оқытуда пайдалану тек ақпарат берумен шектелмеуі тиіс. Студент деректің қалай алынғанын, қандай шектеулермен сипатталатынын және қандай теориялық қорытынды жасауға болатынын түсінуі қажет. Практикалық сабақтарда будандастыру нәтижелерін есептеу,  $\chi^2$  критерийі арқылы күтілетін және нақты қатынастарды салыстыру, генетикалық карталарды талдау, молекулалық маркерлерді түсіндіру және биостатистикалық қорытынды шығару сияқты әрекеттер зерттеушілік құзыретті қалыптастырады.

Талдау барысында генетикалық эксперимент нәтижелерін интерпретациялауда жиі кездесетін қателер де айқындалды. Олардың қатарына үлгі көлемінің жеткіліксіздігі, орта факторларын елемеу, фенотип пен генотипті теңестіру, статистикалық мәнсіз ауытқуды биологиялық маңызды өзгеріс ретінде қабылдау, сондай-ақ нәтижені сәйкес келмейтін теориялық модельмен салыстыру жатады. Мұндай қателер ғылыми зерттеуде де, оқыту үдерісінде де жалған қорытындыға әкеледі. Сондықтан эксперимент пен теорияның бірлігі үздіксіз тексеріліп отыруы керек (2-кесте).

## 2-кесте – Генетикалық экспериментте деректер сапасын қамтамасыз ететін негізгі факторлар

Факторлар	Сипаттамасы	Ғылыми маңызы
Эксперименттік дизайн	Айнымалыларды нақтылау, бақылау және тәжірибе топтарын дұрыс құру	Нәтиженің жүйелілігі мен дәлдігін арттырады
Үлгі көлемі	Даралар санының жеткілікті болуы және іріктеменің репрезентативтілігі	Статистикалық қателікті азайтады
Қайталанымдылық	Бірнеше рет орындау және тәуелсіз растау	Сенімділікті күшейтеді
Статистикалық өңдеу	Биостатистикалық әдістерді, мәнділік пен интервалдық бағалауды қолдану	Валидті қорытынды жасауға мүмкіндік береді
Теориямен сәйкестік	Нәтиженің генетикалық заңдармен және модельдермен үйлесуі	Эксперимент пен теория бірлігін көрсетеді

Генетикалық эксперимент нәтижелерінің теориялық және әдіснамалық негізін сақтау қолданбалы салаларда да шешуші мәнге ие. Селекцияда ол өнімділігі жоғары және төзімді формаларды таңдауға көмектеседі; медицинада тұқым қуалайтын аурулардың молекулалық механизмдерін анықтау, диагностика мен профилактика стратегиясын әзірлеуге негіз болады; биотехнологияда ген экспрессиясын басқару және трансгенді жүйелерді бағалау үшін қажет. Демек, интерпретация сапасы ғылыми жаңалықтың да, практикалық шешімнің де дұрыстығына әсер етеді.

Осылайша генетикалық эксперимент нәтижелерін оқытуда қолданудың кезеңдік моделі болашақ биолог-мамандардың кәсіби даярлығын күшейтеді. Ол теорияны, эмпирикалық деректі, статистикалық өңдеуді және ғылыми интерпретацияны бір жүйеге келтіреді. Нәтижесінде студент тек дайын білім алушы емес, дәлелге сүйенетін зерттеуші ретінде қалыптасады. Бұл ұстаным магистранттарды ғылыми-зерттеу жұмысына, мектеп пен жоғары оқу орнында генетика мазмұнын сапалы түсіндіруге және заманауи биологиялық деректерді сауатты қолдануға бағыттайды.

Соңғы кезеңде эксперимент нәтижелерін ұсыну және ғылыми коммуникация дағдылары қалыптасады. Студент алынған деректерді кесте, диаграмма немесе қысқаша аналитикалық есеп түрінде рәсімдеп, өз қорытындысын дәлелмен қорғай білуі керек. Бұл жерде тілдік дәлдік, терминдерді орынды қолдану, дереккөзге сілтеме жасау және шектеулерді ашық көрсету маңызды. Генетика пәнін оқытуда осындай жұмыс түрлері академиялық адалдықты, дерекпен жауапкершілікпен жұмыс істеуді және ғылыми этиканы нығайтады.

Күрделірек деңгейде студенттерге молекулалық дерекке негізделген жағдайлық тапсырмалар беруге болады. Мысалы, белгілі бір ген бойынша мутацияның бар-жоғын анықтайтын ПТР-тәжірибе нәтижесі ұсынылады. Студент ампликон ұзындығын, жолақтардың санын және бақылау үлгілерімен

сәйкестігін талдап, фенотиптік көрініске ықпал ететін ықтимал генетикалық өзгерісті түсіндіреді. Мұндай тапсырмалар биоинформатикалық және визуалдық деректерді оқу қабілетін дамытып, қазіргі генетикадағы тәжірибелік нәтижелерді кешенді бағалауға үйретеді.

Практикалық сабақта осы модельді қолданудың қарапайым мысалы ретінде асбұршақтағы тұқым түсі бойынша моногибридті будандастыру есебін алуға болады. Алдымен студент 3:1 қатынасын болжайды, кейін нақты алынған 79 сары және 21 жасыл дара үлгісін өңдейді, одан кейін айырманың кездейсоқ не мәнді екенін бағалайды. Егер нақты нәтиже теорияға толық сәйкес келмесе, ол бірден «заң бұзылды» деген қорытынды жасамай, тәжірибенің шарттарын, дара санының жеткіліктілігін және есептеу қателерін талдайды. Бұл ғылыми интерпретация мәдениетінің негізгі белгісі болып саналады (3-кесте).

### 3-кесте – Генетикалық эксперимент нәтижелерін интерпретациялаудың негізгі деңгейлері

Деңгей	Талдау нысаны	Негізгі деректер	Интерпретациялық нәтиже
Классикалық	Ұрпақтардағы фенотиптік ажырау	Будандастыру нәтижелері, фенотиптік есеп	Тұқым қуалау типін анықтау
Хромосомалық	Гендердің тіркесуі және кроссинговер	Цитогенетикалық және рекомбинациялық деректер	Гендердің салыстырмалы орналасуын түсіндіру
Молекулалық	ДНҚ, РНҚ және ген экспрессиясы	ПТР, секвенирлеу, экспрессия профилі	Ген қызметі мен мутация әсерін ашу
Популяциялық	Аллель жиілігі және өзгерісі	Популяциялық іріктемелер, биостатистикалық есеп	Эволюциялық күштердің ықпалын бағалау
Эпигенетикалық	Метилдену және хроматин күйі	Эпигеномдық маркерлер, реттеуші РНҚ деректері	Фенотиптік реттелудің қосымша деңгейін түсіндіру

Бірінші кезеңде студент деректерді теориялық модельмен салыстырып, қорытынды тұжырым жасайды. Бұл жерде жай ғана «заңдылық расталды» деп жазу жеткіліксіз; зерттелген нәтиже қай жағдайда расталғанын, қандай шектеулер болғанын, қандай альтернативті түсіндірме қарастырылғанын көрсету қажет. Мысалы, күтілетін мен нақты ажырау арасындағы айырмашылық үлгі көлемінің аздығынан, орта ықпалынан, есеп қателігінен немесе гендердің өзара әрекеттесуінен туындауы мүмкін. Осындай сараптау студенттің сыни ойлауын дамытады.

Екінші кезеңде фенотиптік мәлімет молекулалық және цитогенетикалық ақпаратпен толықтырылады. Егер тәжірибе белгілі бір мутациямен, маркермен немесе ген экспрессиясымен байланысты болса, студент фенотип көрінісін ДНҚ деңгейіндегі өзгерістермен сәйкестендіреді. Мұнда ПТР нәтижесін оқу, электрофореграмманы сипаттау, генетикалық маркерлердің айырмасын түсіндіру және мутация түрінің ықтимал әсерін болжау сияқты тапсырмалар енгізіледі. Осындай жұмыс классикалық генетика мен молекулалық генетиканы өзара байланыстырып, интерпретацияның көпдеңгейлі сипатын көрсетеді.

Үшінші кезеңде нақты дерекпен жұмыс жүргізіледі: фенотиптер есептеледі, ұрпақтардағы ажырау пайыздары шығарылады, кесте жасалады және алынған көрсеткіштер күтілетін теориялық қатынастармен салыстырылады. Осында студент тәжірибелік деректің абсолютті дәл болмайтынын, тірі жүйелерде вариация әрқашан болатынын түсінеді. Нақты және күтілетін шамалар арасындағы айырманы түсіндіру үшін  $\chi^2$  критерийі, салыстырмалы жиілік, пайыздық үлес сияқты статистикалық тәсілдер қолданылуы қажет. Бұл кезең нәтижені дәлелдеудің сандық мәдениетін қалыптастырады.

Төртінші кезеңде студент тәжірибе мақсатын, гипотезасын және күтілетін нәтижесін айқындайды. Мысалы, моногибридті немесе дигибридті будандастыру бойынша жұмыс басталса, алдымен тұқым қуалау типі, доминантты және рецессивті белгілер, күтілетін ажырау қатынастары анықталады. Бұл кезеңде әдеби дерекпен жұмыс, белгілік сызбалар құру, ұғымдарды нақтылау және

зерттеу сұрағын дұрыс қою жетекші рөл атқарады. Теориялық негізі айқындалмаған тапсырма кейінгі есептеу мен интерпретацияның сапасын төмендетеді.

Генетикалық эксперимент нәтижелерін жоғары оқу орны жағдайында тиімді игерту үшін деректермен жұмыс істеудің кезеңдік моделін қолдану орынды. Бұл модель студенттің тек дайын қорытындыны қабылдауын емес, нәтижеге алып келген логиканы, есептеу жолын, шектеулерді және баламалы түсіндірмелерді ұғынуын көздейді. Теориялық білім мен нақты эксперименттік материалды бірізді ұштастыру студенттің зерттеушілік ойлауын дамытады және генетикалық деректі механикалық жаттаудан сақтайды. Сондықтан нәтижені оқыту үдерісінде қолдану ғылыми мазмұнды әдістемелік құрылыммен толықтыруды талап етеді.

**Қорытынды.** Қорытындылай келе, генетикалық эксперимент нәтижелері генетика ғылымының теориялық дамуын қамтамасыз ететін негізгі эмпирикалық база болып табылады. Олардың ғылыми құндылығы зерттеу гипотезасының нақтылығына, эксперименттік дизайн сапасына, зерттеу нысанының сәйкестігіне, бақылау мен қайталанымның жеткіліктілігіне, статистикалық өңдеудің дұрыстығына және интерпретацияның көпдеңгейлі қағидаларын сақтауға тәуелді.

Генотип–фенотип байланысының күрделілігі, орта факторларының ықпалы, ықтималдық заңдылықтар және эпигенетикалық реттелу нәтижені түсіндіруде міндетті түрде ескерілуі керек. Эксперименттік деректерді мендельдік, хромосомалық, молекулалық және популяциялық модельдермен байланыстыру генетикалық білімнің жинақталуын, жаңа болжамдардың қалыптасуын және ғылымның ілгерілеуін қамтамасыз етеді. Осылайша эксперимент пен теорияның өзара бірлігі генетика ғылымының да, оны оқыту әдістемесінің де басты қозғаушы тетігі болып қала береді.

### Әдебиеттер:

- [1] **Айтхожин, М.Ә.** Молекулалық биология және генетика негіздері. – Алматы: Қазақ университеті, 2012. – 320 б.
- [2] **Сейітов, З.С., Әлімқұлов Б.Т.** Генетика: оқулық. – Алматы: Эверо, 2016. – 356 б.
- [3] **Әбдірешов, С.Н.** Генетика және селекция негіздері: оқу құралы. – Алматы: Мектеп, 2015. – 240 б.
- [4] **Бейсенова, Ә.С., Ахмедова Д.** Биология: жалпы биология (10–11 сыныпқа арналған оқулық). – Алматы: Мектеп, 2019. – 272 б.
- [5] **Глани, С.** Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 2010. – 459 с.
- [6] **Лакин, Г.Ф.** Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей. – М.: Высшая школа, 2011. – 352 с.
- [7] **Рокицкий, П.Ф.** Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 2012. – 320 с.
- [8] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 2013. – 351 с.
- [9] **Плохинский, Н.А.** Биометрия. – М.: Издательство МГУ, 2000. – 368 с.
- [10] **Григорьев, П.П., Ушаков А.В.** Основы генетики: учебник. – М.: Академия, 2011. – 384с.
- [11] **Инге-Вечтомов, С.Г.** Генетика с основами селекции: учебник. – СПб.: Лань, 2010. – 720с.
- [12] **Айала, Ф., Кайгер Дж.** Современная генетика: молекулярная, клеточная и популяционная. – М.: Мир, 2014. – 496 с.
- [13] **Уотсон, Дж., Бейкер Т., Белл С., Ганн А., Левин М., Лосик Р.** Молекулярная биология гена. – М.: БИНОМ, 2014. – 912 с.
- [14] **Стрикбергер, М.** Генетика. – М.: Мир, 2015. – 656 с.
- [15] **Лодиш, Х., Берк А., Ципурски С., Мацудаира П., Балтимор Д., Дарнелл Дж.** Молекулярная клеточная биология. – М.: БИНОМ, 2008. – 1104 с.
- [16] **Атраментова, Л.А., Утевская О.М.** Статистические методы в биологии: учебник. – Харьков: ХНУ, 2008. – 288 с.
- [17] **Вейр, Б.С.** Генетика популяций: принципы и методы. – М.: Мир, 2001. – 348 с.
- [18] **Животовский, Л.А.** Популяционная биометрия. – М.: Наука, 2016. – 271 с.
- [19] **Мерфи, К., Саймон С.** Основы биостатистики: практическое руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 320 с.
- [20] **Тимербаев, А.А., Кәрімов Б.Қ.** Генетикалық есептер жинағы: оқу-әдістемелік құрал. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 180 б.

## References:

- [1] **Ajthozhin, M.A.** Molekulalyq biologija zhane genetika negizderi. – Almaty: Qazaq universiteti, 2012. – 320 b. [in Kazakh]
- [2] **Sejítov, Z.S.,** Alimqulov B.T. Genetika: oqulyq. – Almaty: Jevero, 2016. – 356 b. [in Kazakh]
- [3] **Abdireshov, S.N.** Genetika zhane selekcija negizderi: oqu quraly. – Almaty: Mektep, 2015. – 240 b.
- [4] **Bejsenova, A.S.,** Ahmedova D. Biologija: zhalpy biologija (10–11 synypqa arnalgan oqulyq). – Almaty: Mektep, 2019. – 272 b. [in Kazakh]
- [5] **Glani, S.** Mediko-biologicheskaja statistika. – M.: Praktika, 2010. – 459 s. [in Russian]
- [6] **Lakin, G.F.** Biometrija: uchebnoe posobie dlja biologicheskikh special'nostej. – M.: Vysshaja shkola, 2011. – 352 s. [in Russian]
- [7] **Rokickij, P.F.** Biologicheskaja statistika. – Minsk: Vysshaja shkola, 2012. – 320 s. [in Russian]
- [8] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). – M.: Agropromizdat, 2013. – 351 s. [in Russian]
- [9] **Plohinskij, N.A.** Biometrija. – M.: Izdatel'stvo MGU, 2000. – 368 s. [in Russian]
- [10] **Grigor'ev, P.P.,** Ushakov A.V. Osnovy genetiki: uchebnik. – M.: Akademija, 2011. – 384s. [in Russian]
- [11] **Inge-Vechtomov, S.G.** Genetika s osnovami selekcii: uchebnik. – SPb.: Lan', 2010. – 720s. [in Russian]
- [12] **Ajala, F.,** Kajger Dzh. Sovremennaja genetika: molekuljarnaja, kletochnaja i populjacionnaja. – M.: Mir, 2014. – 496 s. [in Russian]
- [13] **Uotson, Dzh.,** Bejker T., Bell S., Gann A., Levin M., Losik R. Molekuljarnaja biologija gena. – M.: BINOM, 2014. – 912 s. [in Russian]
- [14] **Strikberger, M.** Genetika. – M.: Mir, 2015. – 656 s. [in Russian]
- [15] **Lodish, H.,** Berk A., Cipurski S., Macudajra P., Baltimor D., Darnell Dzh. Molekuljarnaja kletochnaja biologija. – M.: BINOM, 2008. – 1104 s. [in Russian]
- [16] **Atramentova, L.A.,** Utevskaia O.M. Statisticheskie metody v biologii: uchebnik. – Har'kov: HNU, 2008. – 288 s. [in Russian]
- [17] **Vejr, B.S.** Genetika populjacij: principy i metody. – M.: Mir, 2001. – 348 s. [in Russian]
- [18] **Zhivotovskij, L.A.** Populjacionnaja biometrija. – M.: Nauka, 2016. – 271 s. [in Russian]
- [19] **Merfi, K.,** Sajmon S. Osnovy biostatistiki: prakticheskoe rukovodstvo. – M.: GJeOTAR-Media, 2014. – 320 s. [in Russian]
- [20] **Timerbaev, A.A.,** Karimov B.Q. Genetikalyq esepter zhinagy: oqu-adistemelik qural. – Almaty: Qazaq universiteti, 2017. – 180 b. [in Kazakh]

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

**Алайдар Н.Е.**, магистрант 2-го курса по ОП 7М01517 – «Биология»

**Курманбаев Р.Х.**, кандидат биологических наук, ассоциированный профессор

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

**Аннотация.** В статье рассматриваются теоретические основы результатов генетического эксперимента, научные принципы их интерпретации и дидактическая значимость в высшей школе. Цель исследования – систематизировать теоретические и методологические положения, позволяющие научно оценивать результаты генетических экспериментов. Объектом исследования выступает система данных, получаемых в ходе генетического эксперимента, предметом – механизмы объяснения надежности, валидности и теоретической согласованности этих данных. В работе использованы методы теоретического анализа, сравнительного обзора, структурно-системного рассмотрения и содержательной интерпретации научной литературы. Показано, что гипотеза, экспериментальный дизайн, контроль, воспроизводимость, статистическая обработка, связь «генотип–фенотип», влияние среды и эпигенетическая регуляция являются ключевыми факторами интерпретации генетических результатов. Также раскрыта важность соотнесения экспериментальных данных с менделевскими, хромосомными, молекулярными и популяционно-генетическими моделями. Полученные выводы могут служить методологической основой для формирования культуры научной работы с данными при преподавании генетики в вузе.

**Ключевые слова:** генетический эксперимент, интерпретация данных, надежность и валидность, статистическая обработка, теоретическая модель.

## THEORETICAL FOUNDATIONS OF GENETIC EXPERIMENT RESULTS

**Alaidar N.E.**, 2nd year master's student of EP 7M01517 – «Biology»  
**Kurmanbayev R.H.**, candidate of biological sciences, associate professor

*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Kazakhstan*

**Annotation.** The article examines the theoretical foundations of genetic experiment results, the scientific principles of their interpretation, and their didactic value in higher education. The purpose of the study is to systematize the theoretical and methodological principles that make it possible to scientifically assess the outcomes of genetic experiments. The object of the study is the system of data obtained in genetic experiments, while the subject is the mechanism for explaining the reliability, validity and theoretical consistency of these data. The study is based on theoretical analysis, comparative review, structural-systemic examination and content interpretation of scientific literature. The results show that hypothesis, experimental design, control, reproducibility, statistical processing, genotype–phenotype relationships, environmental influence and epigenetic regulation are key factors in the interpretation of genetic results. The article also demonstrates the importance of correlating experimental data with Mendelian, chromosomal, molecular and population-genetic models. The conclusions may serve as a methodological basis for developing a scientific culture of working with data when teaching genetics in universities.

**Keywords:** genetic experiment, data interpretation, reliability and validity, statistical processing, theoretical model.

## АРАЛ МАҢЫНДАҒЫ ТҰЗДЫ ТОПЫРАҚҚА ТӨЗІМДІ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ТҰҚЫМЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ТҰҚЫМ ӨНГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ

**Қосанов С.У.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор  
[samalbek\\_72@mail.ru](mailto:samalbek_72@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3877-7566>  
**Алмас А.Е.**, 7M01517 – Биология БББ-ның 2-ші курс магистранты  
[aigerim.almas03@gmail.com](mailto:aigerim.almas03@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0002-0555-3010>

*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

**Аңдатпа.** Бұл зерттеу Арал маңының тұзданған экологиялық жағдайында өсетін галофит өсімдіктердің (сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), рихтер соран (шеркез) (*Salsola richteri*), қарабарақ (*Suaeda acuminata*) және сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) секілді) тұқымдық материалдарының өнгіштік қабілетін анықтауға арналған. Арал теңізінің тартылуы нәтижесінде аймақта топырақтың екінші реттік сортаңдануы күшейіп, табиғи өсімдік жамылғысының жұтандауы экологиялық тепе-теңдікке елеулі қауіп төндіріп отыр. Осыған байланысты тұзға бейімделген галофит өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктерін, олардың тұқымдарының тіршілік қабілетін зерттеу аймақтың табиғи экожүйелерін қалпына келтіру үшін маңызды болып табылады.

Зерттеу материалы ретінде Арал маңынан жиналған бес түрлі галофит өсімдіктің тұқымдары пайдаланылды. Тұқымдардың өнгіштігі университет зертханасының жағдайында 3, 5 және 7 тәулік бойынша есептеліп, әр тәжірибе үш рет қайталанды. Алынған деректер тұзды ортаға бейім өсімдіктердің өнгіштік динамикасын сипаттауға, олардың тұқым жағдайын бағалауға мүмкіндік берді.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері өсімдіктердің тұқымдарының өнгіштік деңгейі түрге байланысты айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетті. Алынған мәліметтер Арал маңының тұзданған ландшафтарын фиторемедиациялау, жерді қалпына келтіру және галофиттерді интродукциялау бағытындағы болашақ ғылыми зерттеулерге негіз бола алады.

**Тірек сөздер:** Арал маңы, тұзды топырақ, галофиттер, тұқым өнгіштігі, сексеуіл, фиторемедиация.

**Кіріспе.** Арал өңірі – Қазақстанның ғана емес, бүкіл Орта Азияның ең күрделі экологиялық аймақтарының бірі. XX ғасырдың екінші жартысынан бастап Арал теңізінің қарқынды тартылуы өңір климатына, топырағының физикалық-химиялық қасиеттеріне, өсімдік жамылғысына және жалпы экожүйе тұрақтылығына орасан зор өзгерістер әкелді. Теңіз табанының ашылуымен бірге атмосфераға жыл сайын миллиондаған тонна тұз шаңмен көтеріліп, жақын және алыс аумақтарға таралуы нәтижесінде топырақтың тұздануы бірнеше есе артты. Бұл жағдай табиғи ландшафттардың деградациясын күшейтіп, биологиялық әртүрліліктің төмендеуіне, шөлдену процестерінің жеделдеуіне әкелді [15].

Арал теңізінің тартылуы нәтижесінде бұрынғы теңіз табаны тұзды шөгінділерге айналып, жел эрозиясы арқылы мыңдаған тонна тұз бен шаң атмосфераға таралады. Бұл құбылыс топырақтың тұздануын күшейтіп қана қоймай, аймақтың жалпы экожүйелік тұрақтылығын әлсіретуде. Тұздану деңгейінің артуы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін төмендетіп, жердің деградациясын жылдамдатып, табиғи өсімдік қауымдастықтарының жойылуына әкелуде.

Топырақтың жоғары деңгейде тұздануы көпшілік өсімдік түрлерінің өсуіне кері әсер етеді. Натрий және хлор иондарының артық мөлшері өсімдіктердің жасушалық осмосын бұзып, су алмасуын төмендетеді, метаболизмдік процестерді тежейді және тұқымның өнуін қиындайды [1]. Мұндай қатаң ортада тек галофит өсімдіктері ғана тіршілік ете алады.

Галофиттер – тұз концентрациясы жоғары аймақтарға табиғи бейімделген, физиологиялық және морфологиялық ерекшеліктері арқылы стресс жағдайында тұрақты өсетін өсімдіктер тобы [2]. Олар тұқымдарын да күрделі экологиялық ортаға бейімдеген: тұзды ортада өнгіштігі сақталады, ал кейбір түрлерде тұз тіпті өну мүмкін емес жағдай ретінде қызмет етеді.

Арал маңы флорасында галофиттердің үлесі өте жоғары. Олардың арасында сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), рихтер соран (шеркез) (*Salsola richteri*), қарабарақ (*Suaeda acuminata*) және сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) сияқты экологиялық маңызы зор өсімдіктер кең таралған. Бұл түрлер табиғи жайылым қалыптастыруда, сорланған топырақтарды бекітуде, шабындық-далалық экожүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз етуде негізгі рөл атқарады [14]. Сонымен қатар олардың тұқымдарының өнгіштік қасиеттерін зерттеу – болашақта топырақты биологиялық жолмен қалпына келтіру (фиторекультивация), бағалы өсімдік ресурстарын сақтау, және ауылшаруашылық селекциясында физиологиялық төзімділікті арттыру сияқты бағыттарда үлкен практикалық маңызға ие [3].

Арал маңындағы өсімдіктердің тұқымын жинау және олардың өнгіштігін зерттеу – қазіргі экологиялық жағдайда өзекті мәселелердің бірі. Себебі тұқым өнгіштігі өсімдіктің табиғи және жасанды ортада таралу қабілетін, өсу стратегиясын, бейімделу механизмін және популяция тұрақтылығын көрсететін негізгі биологиялық көрсеткіштердің бірі болып саналады. Әсіресе стресс жағдайында – жоғары температура, топырақтың тұздануы, ылғалдың тапшылығы – тұқымның өну қабілеті өсімдіктің тіршілік стратегиясы туралы нақты ақпарат бере алады [4].

#### **Тұзды ортада тұқымның өнуі бірнеше факторларға байланысты:**

- тұқым қабығының өткізгіштік деңгейі;
- ішкі физиологиялық тыныштық;
- тұз әсерінен осмостық қысымның өзгеруі;
- тұқымның биохимиялық белсенділігі;
- ферменттік жүйелердің тұзға бейімділігі.

Галофит өсімдіктерінде бұл механизмдер ерекше дамыған, сондықтан олардың тұқымы лабораториялық жағдайда да, табиғи тұзды ортада да салыстырмалы түрде жоғары өнгіштік көрсетеді [5]. Дегенмен әртүрлі түрлердің реакциясы бірдей емес: кейбіреуі алғашқы күндері баяу өніп, кейін қарқынды дамиды (мысалы, сексеуіл), ал басқалары тез өнеді.

Осы зерттеуге таңдалған бес өсімдік – Арал өңірінің экожүйесінің тірек түрлері.

- **Сарсазан** – тұз концентрациясы өте жоғары жерлерде өсетін шынайы галофит.
- **Сортаң бұйырғын** – құрғақшылыққа және тұздануға бейімделген шөл өсімдігі.
- **Нихтер соран** – биомассасы жоғары, тез өсетін өсімдік, жайылымдық маңызы зор.
- **Қарабарақ** – тұздылығы орта және жоғары топырақтарда өседі, тұқымы тез өнеді.
- **Сексеуіл** – Орта Азия шөлдерінің негізгі ағашы, топырақ эрозиясына қарсы табиғи қорғаныш.

#### **Олардың тұқым өнгіштігін зерттеу бірнеше маңызды мәселелерді шешеді:**

1. Тұқымның экологиялық төзімділігін бағалау;
2. Галофиттердің табиғи таралу әлеуетін анықтау;
3. Фиторекультивацияда қолдану мүмкіндігін зерттеу;
4. Тұзға төзімді қасиетті ауыл шаруашылық дақылдарына трансферлеу үшін бастапқы материал ретінде қарастыру.

Бұрынғы зерттеулерде Арал маңының тұзданған топырағында өсетін өсімдіктердің морфологиясы мен физиологиясы жиі зерттелгенімен, олардың тұқымдық қасиеттері, әсіресе өну динамикасы туралы деректер аз. Бұл ғылыми зерттеу жұмысының өзектілігін арттырады. Тұқым өнгіштігіне арналған эксперименттерді лаборатория жағдайында жүргізу – өсімдіктердің нақты биологиялық мүмкіндіктерін анықтауға, салыстыруға және болжауға мүмкіндік береді [6].

Осындай жағдайда тұзды топыраққа төзімді өсімдіктерді зерттеу, олардың тұқымдарының тіршілік қабілетін бағалау, өнгіштік көрсеткіштерін анықтау – аймақтың деградацияға ұшыраған жерлерін қалпына келтіру үшін аса өзекті бағыт [7]. Галофиттердің биологиялық ерекшеліктерін, тұқымдарының өнгіштік динамикасын терең зерттеу тұзданған аймақтарды фиторемедиациялау, жайылымдық ресурстарды қалпына келтіру және экологиялық тепе-теңдікті сақтау үшін маңызды ғылыми негіз қалыптастырады. Бұл зерттеу қазіргі экологиялық дағдарыс жағдайында кешенді ландшафттық оңалту шараларын әзірлеуге қажетті бастапқы деректерді береді [8].

Осыған байланысты, бұл зерттеудің мақсаты – Арал маңындағы бес тұзға төзімді өсімдіктің тұқымын жинап, лабораторияда 3, 5 және 7 күн аралығында олардың өнгіштігін зерттеу, түрлер арасындағы айырмашылықтарды анықтау және биологиялық ерекшеліктерін сипаттау. Зерттеу университет зертханасында жүргізіліп, әр сынама үш рет қайталанғандықтан, алынған деректердің ғылыми дәлдігі мен сенімділігі жоғары.

Бұл зерттеудің теориялық және практикалық мәні зор. Біріншіден, Арал өңірінің өсімдіктерінің бейімделу стратегиясы туралы жаңа ақпарат береді. Екіншіден, фиторекультивациялық жобаларға қолдануға болатын түрлерді анықтауға негіз болады. Үшіншіден, тұқым биологиясы мен галофит экологиясы саласындағы қазіргі түсініктерді толықтырады.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Зерттеу жұмысы Арал маңы аймағынан жиналған тұзды топыраққа бейімделген бес түрлі галофит өсімдік түрлерінің тұқымдарына жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде төмендегі өсімдіктер таңдалды: сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*), рихтер соран (шеркез) (*Salsola richteri*), қарабарак (*Suaeda acuminata*) және сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) Бұл өсімдіктер Арал өңіріне тән ксеро- және галофиттік экотиптердің негізгі өкілдері болып табылады және тұзданған ландшафттарда өсімдік жамылғысының негізгі құрылымын қалыптастырады [13].

### **1. Тұқымдық материалдарды жинау және дайындау**

Тұқымдар Арал маңының табиғи өсімдік қауымдастықтарынан 2025 жылғы вегетациялық маусымда қолмен жиналды (1-сурет).



**1-сурет – Тұқым материалдарын жинау барысы**

Әр өсімдіктің пісіп жетілген, сыртқы зақымдалмаған және толық қалыптасқан тұқымдары таңдалып алынды. Жиналған тұқымдар зертханаға жеткізілгеннен кейін механикалық қоспалардан тазартылып, бөлме температурасында кептірілді. Тұқымдар гигроскопиялық ылғалдылыққа жеткен соң, қағаз қаптамаларда қараңғы, құрғақ орында сақталды. Эксперимент алдында тұқымдар теңестірілген күйде бірдей жағдайға келтірілді.

**2. Зерттеу орны және зертханалық жағдай.** Барлық тәжірибелер университеттің зертханасында жүргізілді. Эксперименттерді орындауда санитарлық-гигиеналық талаптар,

зертханалық құрал-жабдықтарды стерильді күйде пайдалану ережелері сақталды. Өнгіштікті анықтау арнайы термостатта тұрақты температурада жүргізілді. Жұмыс барысында ТС-1/80 СПУ маркалы лабораториялық термостат қолданылды.

**3. Тұқым өнгіштігін анықтау әдістемесі.** Тұқым өнгіштігі стандартты физиологиялық әдістерге сүйене отырып анықталды. Өнгіштік тестіне келесі қадамдар енгізілді:

**3.1 Петри табақшаларын дайындау:**

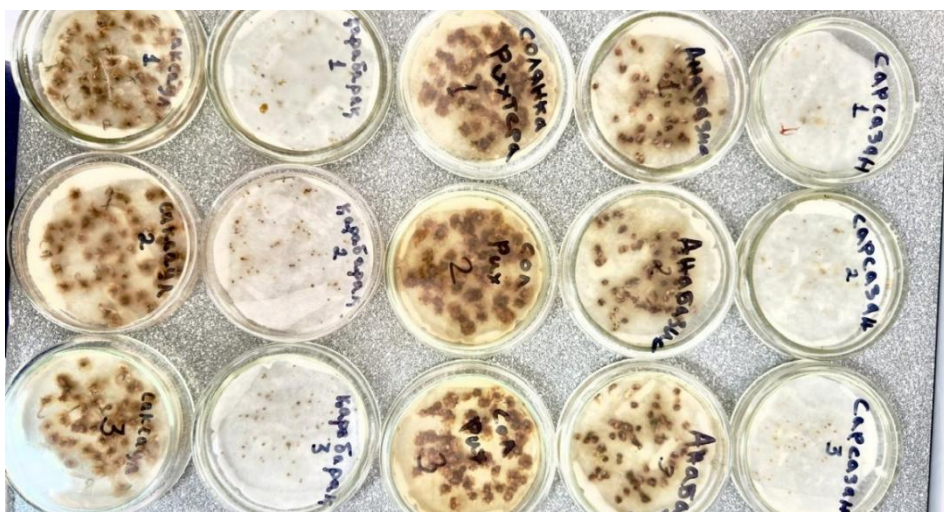
Зертханада Петри табақшалары қолданылды. Әр табақшаға екі қабат стерильді фильтр қағазы төселді. Ылғал ортаны қалыптастыру үшін фильтр қағаздары дистильденген сумен біркелкі суланды. Қағаздың артық ылғалға толып кетпеуіне назар аударылды, себебі бұл тұқымдардың шірігіштігін арттырады [9].

**3.2 Тұқымдарды орналастыру:**

Әр өсімдік түріне үш қайталаудан тұратын тәжірибе қойылды. Бір Петри табақшасына 50 тұқымнан біркелкі жайыла орналастырылды. Тұқымдардың бір-біріне жабысып қалмауы және жеткілікті ауа алмасуы үшін арақашықтық сақталды. Барлық табақшалар қақпағымен жабылды [12].

**3.3 Инкубациялау:**

Тұқымдар өсіруге қойылған Петри табақшалары ТС-1/80 СПУ термостатында орналастырылды. Температура режимі 30–35 °С аралығында ұсталды, бұл галофит өсімдіктерге тән табиғи экологиялық жағдайларға жақын режим болып саналады. Термостаттағы ылғалдылық сүзгі қағаздың үнемі ылғалды күйде болуын қамтамасыз ететіндей деңгейде сақталды (2-сурет).



**2-сурет – Термостатқа қойылған Петри табақшалары**

Инкубация кезеңі үш бақылау мерзімін қамтыды: 3 тәулік, 5 тәулік және 7 тәулік. Осы уақыттарда барлық табақшалардан өнген тұқымдар саны есепке алынды.

**4. Өнгіштікті есепке алу әдісі.** Санақ жүргізу кезінде:

- әр табақшадағы өнген тұқым саны;
- өну қарқындылығы;
- өну динамикасы;
- әр өсімдік түрі бойынша орташа көрсеткіштер;
- үш қайталаудың вариациялық айырмашылықтары есептелді.

Осылайша 3, 5 және 7 тәуліктегі өну қарқындылығы анықталып, өсімдік түрлері арасындағы айырмашылықтар салыстырылды.

**Зерттеу нәтижелерін талдау.** Зерттеу нәтижелерін талдау барысында алынған мәліметтерді нақты көрсету және әр өсімдік түрінің тұқым өнгіштігін салыстырмалы түрде бағалау маңызды. Әр өсімдік түрінің тұқымдарының өну қарқыны, олардың физиологиялық

ерекшеліктері мен топыраққа бейімделу деңгейі бойынша айырмашылықтар байқалды. Төмендегі 1-кестеде әр өсімдік түрінің өнген тұқым саны көрсетілген.

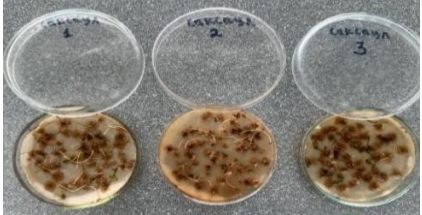
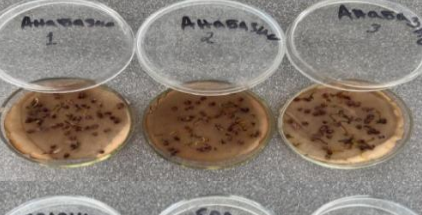
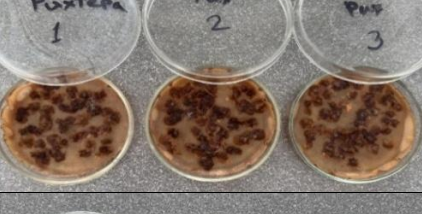
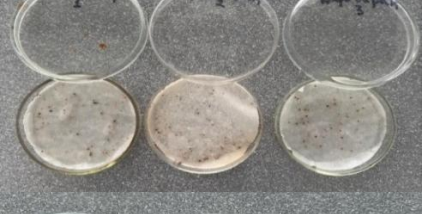
1-кесте – Өсімдік тұқымдарының өну динамикасы (дана саны)

Өсімдік түрі	3-күн	5-күн	7-күн
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	0, 0, 0	4, 1, 3	5, 9, 6
<i>Anabasis salsa</i>	4, 5, 9	7, 11, 17	10, 14, 17
<i>Salsola richteri</i>	0, 0, 0	0, 0, 0	1, 0, 1
<i>Atriplex tatarica</i>	0, 0, 0	0, 0, 1	7, 6, 6
<i>Haloxylon aphyllum</i>	20, 11, 16	22, 14, 18	23, 16, 14

Бұл кесте зертханалық инкубациялау барысында алынған нақты есептік деректерді көрсетеді. Әр өсімдік түрінің тұқымдары үш қайталауда (3 Петри табақшасында) зерттелді.

Төмендегі кестелерде әр өсімдік түрінің орташа өнген тұқым саны мен өну пайызы көрсетілген, бұл деректер ғылыми талдауды жеңілдетіп, салыстырмалы бағалауға мүмкіндік береді (2-кесте).

2-кесте – Орташа өнген тұқым саны және өнгіштік пайызы

Өсімдік	Көрсеткіш	3-күн	5-күн	7-күн	Нәтижелер
1	2	3	4	5	6
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	Орташа	0	2.7	6.7	
	Өнгіштік %	0%	5.4%	13.4%	
<i>Anabasis salsa</i>	Орташа	6.0	11.7	13.7	
	Өнгіштік %	12%	23.4%	27.4%	
<i>Salsola richteri</i>	Орташа	0	0	0.67	
	Өнгіштік %	0%	0%	1.3%	
<i>Atriplex tatarica</i>	Орташа	0	0.33	6.33	
	Өнгіштік %	0%	0.66%	12.7%	
	Орташа	15.7	18.0	17.7	

<i>Haloxylon aphyllum</i>	Өнгіштік %	31.4%	36%	35.4%
---------------------------	------------	-------	-----	-------

Бұл кестеде әр өсімдік түріне қатысты үш қайталаудан алынған мәндердің орташа арифметикалық көрсеткіштері және сол орташаға сүйенген өнгіштік пайызы берілген.

### 1. Орташа мәнді есептеу тәсілі:

Орташа арифметикалық формула қолданылды:

$$\text{Орташа} = \frac{a + b + c}{3}$$

### 2. Өнгіштік пайызын есептеу:

$$\text{Өнгіштік (\%)} = \frac{\text{Орташа мән}}{50} \times 100$$

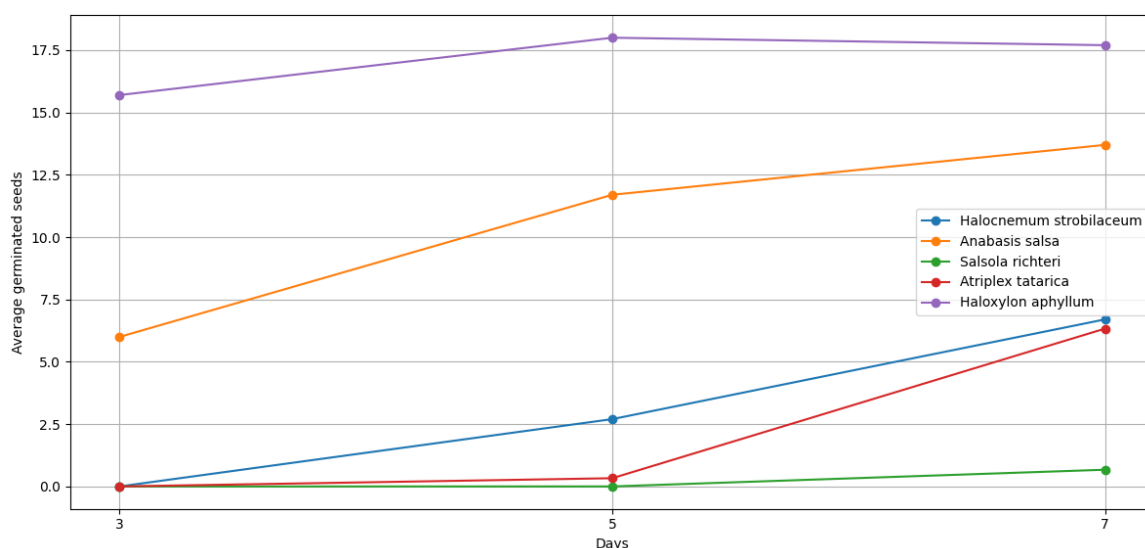
Зерттеу нәтижелері тұзды топыраққа бейімделген бес түрлі өсімдіктің тұқымдарының өну динамикасының айтарлықтай өзгеше екенін көрсетті. Сарсазан тұқымдары алғашқы 3 тәулікте өнбей, 5-күнде орта есеппен 2,7 дана, 7-күнде 6,7 дана өнді (13,4%). Бұл оның баяу өнетін, жоғары тұздыққа бейімделген түр екенін көрсетеді.

Сортаң бұйырғынның өну көрсеткіші салыстырмалы түрде жоғары болды: 3-күнде 6 тұқым, 5-күнде 11,7 тұқым, 7-күнде 13,7 тұқым өнді (27,4%). Бұл түрдің ерте өну қабілеті жоғары және тұзды экологиялық ортаға жақсы бейімделетінін аңғартады.

Рихтер сортаң барлық бақылау мерзімдерінің ішінде ең төмен нәтиже көрсетті: алғашқы 5 күнде толық өнбей, тек 7-күнде орташа 0,67 дана өнді (1,3%). Бұл оның өнуге өте баяу және сезімтал түр екенін дәлелдейді.

Қарабарақ та бастапқы кезеңде өну көрсетпеді. Тек 5-күнде бірен-саран (0,33) тұқым өнгенімен, негізгі өну 7-күнде байқалды – 6,33 дана (12,7%). Бұл түрдің кейінгі кезеңде өнуге бейімділігін көрсетеді.

Сексеуіл барлық өсімдіктердің ішінде ең жақсы өнгіштік көрсетті: 3-күнде 15,7 дана (31,4%), 5-күнде 18 дана (36%), 7-күнде 17,7 дана (35,4%). Сексеуілдің тұқымдары жоғары физиологиялық белсенділікке және тұрақты өну динамикасына ие екені анықталды. Суретте тұқымдардың тәулік барысындағы өну қарқындылығы көрсетілген (3-сурет).



3-сурет – Арал маңы галофит өсімдіктерінің тұқымдарының өнгіштік динамикасы

Суретте Арал маңының бес галофит өсімдігінің тұқымдарының 3, 5, 7 күндік өнгіштік динамикасы көрсетілген.

**Қорытынды.** Зерттеу нәтижелері Арал маңының тұзды топырақтарына бейімделген бес галофит өсімдіктің тұқымдарының өнгіштік қабілеті әртүрлі екенін көрсетті. Сексеуіл (*Haloxylon aphyllum*) ең жоғары және тұрақты өнгіштік көрсеткішімен ерекшеленді, бұл оның тұқымдық энергиясы жоғары, физиологиялық белсенділігі күшті және стресс жағдайына төзімді екенін дәлелдейді. Сортаң бұйырғын (*Anabasis salsa*) салыстырмалы түрде тез өну қабілетіне ие болса, Сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*) және Қарабарак (*Atriplex tatarica*) баяу өнгенімен, кейінгі кезеңде өну қарқынын арттыра алды. Ал Рихтер сораң (*Salsola richteri*) тұқымдары ең төмен өнгіштік көрсетіп, баяу өнуге бейімделгені анықталды.

Зерттеу барысында тұқым өнгіштігінің өсу динамикасы түрге байланысты екенін, сондай-ақ әр өсімдік түрінің экологиялық стратегиясына сәйкес ерекшеленетінін көрсетті. Алынған мәліметтер Арал маңының деградацияға ұшыраған топырақтарын фиторемедиациялау, экожүйелік тұрақтылықты сақтау және тұзға төзімді өсімдіктерді интродукциялау сияқты практикалық бағыттарда қолдануға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, зерттеу университет зертханасында стандартталған әдістеме бойынша жүргізіліп, әр сынама үш рет қайталанғандықтан алынған нәтижелер сенімді болып табылады. Бұл мәліметтер болашақта галофиттердің тұқым биологиясын зерттеу, топырақты қалпына келтіру және ауылшаруашылық селекциясы үшін негіз бола алады.

#### Әдебиеттер:

[1] **Ussen, S.,** Abdildanov D.Sh. Salt resistance of species of the Chenopodiaceae family in the desert part of the Syrdarya River Valley, Kazakhstan // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. – 2024. – Vol. 25. – P. 4162-4170.

[2] **Ismail A.M.,** Horie T. Genomics, Physiology, and Molecular Breeding Approaches for Improving Salt Tolerance // Annual Review of Plant Biology. – 2017. – Vol. 68. – P. 405–434. – DOI: 10.1146/annurev-arplant-042916-040936.

[3] **Иванов, И.И.,** Петров П.П. Сальтмаршевые растения: экология и адаптация. – Москва: Наука, 2020. – 360 с.

[4] **Смирнова, А.В.** Биология семян растений солончаковых местообитаний // Журнал ботаники. – 2023. – Vol. 58, No. 3. – P. 112-126.

[5] Seed Heteromorphism: An Important Adaptation of Halophytes // Journal of Experimental Botany, 2024.

[6] Effects of salinity-temperature interaction on seed germination // BMC Plant Biology, 2023. – №23. – 446 p.

[7] A Comparative Study of the Influence of Soil and Non-Soil Factors on Seed Germination of Edible Salt-Tolerant Species // Horticulturae, 2024. – №10 (8). – P. 872.

[8] Seed germination of quinoa under saline conditions // Journal of Agricultural Research, 2014.

[9] Plant Growth and Halophyte Adaptation: Salt Stress and Physiological Responses // Plant Ecology & Diversity, 2022.

[10] **Zhang, R.,** Zhang H., Wang L., Zeng Y.J. Effect of salt-alkali stress on seed germination of the halophyte *Halostachys caspica* // Scientific Reports, 2024. – №14. – P. 13199. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61737-5>

[11] **Zia, U.R.,** Khan M.A. Salt effects on seed germination of halophytes // Plant, Soil and Environment, 2004.

[12] **Guan, Q.,** et al. Effects of salinity on seed germination of *Suaeda salsa* // Journal of Arid Environments, 2010.

[13] Phyton Center Authors. Plant Responses and Adaptations to Salt Stress: A Review // MDPI Plants, 2024.

[14] Effects of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on germination and early growth // Soil & Environment Research, 2023.

[15] **Siegfried, W.R.** Salt tolerance mechanisms and seed germination // Journal of Plant Physiology, 2018.

## References:

- [1] **Ussen, S.**, Abdildanov D.Sh. Salt resistance of species of the Chenopodiaceae family in the desert part of the Syrdarya River Valley, Kazakhstan // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. – 2024. – Vol. 25. – P. 4162-4170.
- [2] **Ismail A.M.**, Horie T. Genomics, Physiology, and Molecular Breeding Approaches for Improving Salt Tolerance // Annual Review of Plant Biology. – 2017. – Vol. 68. – P. 405–434. – DOI: 10.1146/annurev-arplant-042916-040936
- [3] **Ivanov, I.I.**, Petrov P.P. Sal'tmarshevye rastenija: jekologija i adaptacija. – Moskva: Nauka, 2020. – 360 s. [in Russian]
- [4] **Smirnova, A.V.** Biologija semjan rastenij solonchakovyh mestoobitanij // Zhurnal botaniki. – 2023. – Vol. 58, No. 3. – P. 112-126. [in Russian]
- [5] Seed Heteromorphism: An Important Adaptation of Halophytes // Journal of Experimental Botany, 2024.
- [6] Effects of salinity temperature interaction on seed germination // BMC Plant Biology, 2023. – №23. – 446 p.
- [7] A Comparative Study of the Influence of Soil and Non Soil Factors on Seed Germination of Edible Salt Tolerant Species // Horticulturae, 2024. – №10 (8). – P. 872.
- [8] Seed germination of quinoa under saline conditions // Journal of Agricultural Research, 2014.
- [9] Plant Growth and Halophyte Adaptation: Salt Stress and Physiological Responses // Plant Ecology & Diversity, 2022.
- [10] **Zhang, R.**, Zhang H., Wang L., Zeng Y.J. Effect of salt alkali stress on seed germination of the halophyte *Halostachys caspica* // Scientific Reports, 2024. – №14. – P. 13199. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61737-5>
- [11] **Zia, U.R.**, Khan M.A. Salt effects on seed germination of halophytes // Plant, Soil and Environment, 2004.
- [12] **Guan, Q.**, et al. Effects of salinity on seed germination of *Suaeda salsa* // Journal of Arid Environments, 2010.
- [13] Phyton Center Authors. Plant Responses and Adaptations to Salt Stress: A Review // MDPI Plants, 2024.
- [14] Effects of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on germination and early growth // Soil & Environment Research, 2023.
- [15] **Siegfried, W.R.** Salt tolerance mechanisms and seed germination // Journal of Plant Physiology, 2018.

## СБОР СЕМЯН СОЛЕУСТОЙЧИВЫХ РАСТЕНИЙ ПРИАРАЛЬЯ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ВСХОЖЕСТИ

**Косанов С.У.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор  
**Алмас А.Е.**, магистрант 2 курса по ОП 7М01517 – «Биология»

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

**Аннотация.** Данное исследование направлено на определение всхожести семенного материала галофитных растений, произрастающих в засоленных экологических условиях Приаралья, таких как сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), солянка (*Anabasis salsa*), рихтеровская солянка (*Salsola richteri*), суэда (*Suaeda acuminata*) и саксаул (*Haloxylon aphyllum*). В результате высыхания Аральского моря в регионе усилилось вторичное засоление почв, а деградация естественного растительного покрова представляет серьёзную угрозу экологическому равновесию. В этой связи изучение биологических особенностей солеустойчивых галофитов и жизнеспособности их семян имеет важное значение для восстановления природных экосистем региона.

В качестве исследовательского материала использовались семена пяти видов галофитных растений, собранные в Приаралье. Всхожесть семян определялась в лабораторных условиях университета на 3, 5 и 7 сутки, каждый опыт проводился в трёхкратной повторности. Полученные

данные позволили охарактеризовать динамику всхожести растений, адаптированных к солёной среде, и оценить состояние их семенного материала.

Результаты исследования показали, что уровень всхожести семян существенно различается в зависимости от вида растения. Полученные данные могут служить основой для дальнейших научных исследований в области фиторемедиации засоленных ландшафтов Приаралья, восстановления земель и интродукции галофитов.

**Ключевые слова:** Приаралье, засоленные почвы, галофиты, всхожесть семян, саксаул, фиторемедиация.

## COLLECTION OF SEEDS OF SALT-TOLERANT PLANTS IN THE ARAL REGION AND STUDY OF THEIR GERMINATION

**Kosanov S.U.**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
**Almas A.E.**, 2nd-year master's student of the EP 7M01517 – «Biology»

*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

**Annotation.** This study is aimed at determining the germination capacity of seed material of halophytic plants growing under saline ecological conditions of the Aral region, including sarsazan (*Halocnemum strobilaceum*), saltwort (*Anabasis salsa*), Richter's saltwort (*Salsola richteri*), suaeda (*Suaeda acuminata*), and saxaul (*Haloxylon aphyllum*). As a result of the desiccation of the Aral Sea, secondary soil salinization has intensified in the region, and the degradation of natural vegetation poses a serious threat to ecological balance. Therefore, studying the biological characteristics of salt-tolerant halophytes and the viability of their seeds is important for restoring the natural ecosystems of the region.

The research material consisted of seeds of five halophyte species collected in the Aral region. Seed germination was assessed under university laboratory conditions on days 3, 5, and 7, with each experiment conducted in triplicate. The obtained data made it possible to characterize the germination dynamics of plants adapted to saline environments and to evaluate the condition of their seed material.

The results of the study showed that seed germination levels vary significantly depending on the plant species. The findings may serve as a basis for further scientific research in the field of phytoremediation of saline landscapes of the Aral region, land restoration, and halophyte introduction.

**Keywords:** Aral region, saline soils, halophytes, seed germination, saxaul, phytoremediation.

## МЕКТЕПТЕ БИОЛОГИЯДАН «ТЫНЫС АЛУ ЖҮЙЕСІ» БӨЛІМІНДЕГІ БИОХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ ОҚЫТУДА ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

Мұратқызы Т., 7M01513 - «Биология» БББ-ның 2-ші курс магистранты

[muratkyzy.tomiris@mail.ru](mailto:muratkyzy.tomiris@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-1594-4736>

Жаксыбаев М.Б., биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор м.а.

[zh.murat\\_1966@mail.ru](mailto:zh.murat_1966@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8624-4118>

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

**Аңдатпа.** Қазіргі заманғы білім беру жүйесінде биология пәнін оқытуда инновациялық технологиялардың рөлі барған сайын артып келеді. Бұл мақалада мектепте биологиядан "Тыныс алу жүйесі" бөлімінің биохимиялық процестерін оқытуда заманауи технологиялардың тиімділігі қарастырылған. Зерттеудің негізгі мақсаты инновациялық технологияларды қолданудың оқу сапасына әсерін анықтау болып табылады. Зерттеу 26 орта мектептің 10-сыныбында 19 оқушының қатысуымен жүргізілді. Эксперименттік жұмыс дайындық, қалыптастырушы және қорытынды кезеңдерінен тұрды. Мақалада интерактивті визуализация, виртуалды зертханалар, геймификация элементтері және мультимедиялық контент сияқты инновациялық әдістердің қолданылуы терең талданған. Зерттеу барысында 3D-анимация, Labster виртуалды зертханасы, Kahoot және Quizizz геймификация платформалары, PhET Interactive Simulations және BioDigital Human сияқты заманауи құралдар пайдаланылды. Дәстүрлі және инновациялық әдістер салыстырылып, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Шетелдік және қазақстандық тәжірибелер салыстырмалы түрде зерделенді. Зерттеу нәтижелері инновациялық технологиялардың оқушылардың пәнге деген қызығушылығын 46,8%-ға арттырып, биохимиялық процестерді түсінуді 48,3%-ға жақсартатынын көрсетті. Оқушылардың белсенді қатысуы 36%-ға өсіп, өздігінен зерттеу белсенділігі 67%-ға артты. Алынған нәтижелер инновациялық технологиялардың оқу сапасын айтарлықтай жоғарылататынын статистикалық тұрғыдан растады. Мақалада педагогтарға арналған практикалық ұсынымдар берілген. Зерттеу қазіргі заман білім беру үдерісін жетілдіруге үлес қосады. Жұмыс нәтижелері биология пәнін оқытудың тиімділігін арттыруға және оқушылардың ғылыми әлеуетін дамытуға бағытталған.

**Тірек сөздер:** инновациялық технологиялар, тыныс алу жүйесі, биохимиялық процестер, биология сабағы, интерактивті оқыту, геймификация, виртуалды зертхана, мультимедиялық контент.

**Кіріспе.** Қазіргі білім беру жүйесі оқушылардың танымдық белсенділігін арттыруды, күрделі биологиялық процестерді терең түсіндіруді және оқу үдерісін дараландыруды талап етеді. Цифрлық технологиялардың дамуы мектеп биологиясында күрделі тақырыптарды визуальды, интерактивті форматта ұсынуға мүмкіндік беріп, білім алушылардың оқу жетістігіне оң әсер береді [1]. AR/VR технологиялары жаратылыстану ғылымдарын оқытуда танымдық қызығушылықты, мотивацияны және практикалық тәжірибені күшейту арқылы тиімді нәтижелерге қол жеткізетіні дәлелденген [2]. Ғалымдар бұл технологиялар оқушылардың когнитивтік ойлауын жандандырып, күрделі абстрактілі материалды меңгеруді жеңілдететінін атап өтеді.

Бұл тақырыптың таңдалуының себебі – ғылым мен технологияның қарқынды дамуы аясында экологиялық білім мен денсаулыққа, сондай-ақ биотехнология мен генетика салаларына деген сұраныстың артуында жатыр. Сонымен қатар, оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттыру заманауи білім беру процесінде өзекті мәселе болып табылады, себебі интерактивті және инновациялық әдістер арқылы сабақтар қызықты әрі практикалық мағынаға ие болады.

«Тыныс алу жүйесі» тақырыбы адам организміндегі ең маңызды физиологиялық процестердің бірін қамтиды және биохимиялық реакциялардың күрделі жүйесін түсіндіруді талап етеді. Клеткалық тыныс алу процесіндегі гликолиз, Кребс циклі және тотығу фосфорлану сияқты биохимиялық процестер оқушылар үшін абстрактілі және қиын түсінікті

болуы мүмкін. Осыған байланысты, бұл тақырыпты оқытуда инновациялық технологияларды қолдану күрделі биохимиялық процестерді визуализациялауға, интерактивті түрде зерттеуге және практикалық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Зерттеудің негізгі мақсаты – биология пәнінде «Тыныс алу жүйесі» бөліміндегі биохимиялық процестерді оқыту үдерісінде инновациялық технологияларды қолданудың тиімділігін анықтау және олардың оқушылардың білім сапасын арттырудағы рөлін зерттеу. Сонымен қатар, зерттеу төмендегідей міндеттерге ие:

- Дәстүрлі және инновациялық оқыту әдістерін салыстыру;
- «Тыныс алу жүйесі» бөліміндегі биохимиялық процестерді оқытуда инновациялық технологиялардың тиімділігін анықтау;
- Нәтижелер негізінде педагогикалық ұсынымдар әзірлеу.

**Гипотеза:** инновациялық технологияларды «Тыныс алу жүйесі» бөліміндегі биохимиялық процестерді оқытуда қолдану оқушылардың биология пәніне деген қызығушылығын арттырып, олардың білім сапасын және шығармашылық ойлау қабілеттерін айтарлықтай жақсартады.

Жұмыстың маңыздылығы – заманауи педагогикалық технологияларды енгізу арқылы болашақ ұрпақтың ғылыми әлеуетін арттыруға, білім беру процесін жетілдіруге және қоғамдағы биологиялық сауаттылықты қалыптастыруға үлес қосуында. Бұл мақалада заманауи цифрлық технологияларды, интерактивті визуализацияны, виртуалды зертханаларды және геймификация элементтерін қолдану арқылы мектеп оқушыларын оқу үдерісіне белсенді қатыстыру негізінде оқушылардың биология пәніне қызығушылығын дамытудың тиімді әдістері қарастырылған. Нақты осы мақалада тыныс алу жүйесінің биохимиялық процестерін оқытуда 3D-визуализация, интерактивті симуляциялар, виртуалды зертханалар, геймификация элементтері және мультимедиялық контенттің тиімділігі талданады және олардың дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырмалы артықшылықтары көрсетіледі.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Зерттеу жұмысы Алматы облысы 2024-2025 оқу жылында №26 орта мектептің 10-сыныбында жүргізілді. Эксперименттік топқа 19 оқушы қатысты. Зерттеу барысында келесі әдістер қолданылды: педагогикалық бақылау, сауалнама, тестілеу, эксперименттік жұмыс, статистикалық талдау. Зерттеуде шетелдік және отандық тәжірибелерге негізделген инновациялық оқыту әдістері қолданылды. Эксперимент екі кезеңнен тұрды: дәстүрлі оқыту және виртуалды технологияларға негізделген оқыту. Төменде дәстүрлі және инновациялық әдістердің салыстырмалы талдауы берілген (1-кесте).

**1-кесте – Дәстүрлі және инновациялық оқыту әдістерінің салыстырмалы сипаттамасы**

Критерийлер	Дәстүрлі әдістер	Инновациялық технологиялар
Оқыту тәсілі	Мұғалім түсіндіреді, оқушылар тыңдайды	Интерактивті, оқушы белсенді қатысады
Визуализация	Тақта суреттері, статикалық кесте-схемалар	3D-анимация, интерактивті модельдер
Тәжірибелік жұмыс	Шектеулі зертханалық жабдықтар	Виртуалды зертханалар, симуляциялар
Мотивация	Баға, бақылау	Геймификация, ұпай жүйесі, шақырулар
Қол жетімділік	Уақыт пен орынға тәуелді	Кез келген уақытта, кез келген жерде
Кері байланыс	Кейінге қалдырылады	Нақты уақытта (real-time)
Оқушылардың рөлі	Пассивті қабылдаушы	Белсенді зерттеуші
Бағалау	Субъективті	Объективті, автоматтандырылған

Шетелдік тәжірибеде (АҚШ, Ұлыбритания, Финляндия) биохимиялық процестерді оқытуда Labster, PhET Interactive Simulations, BioDigital Human сияқты платформалар кеңінен қолданылады [3]. Қазақстандық білім беру жүйесінде Bilimland, Opiq.kz және отандық әзірлемелер негізінде жасалған интерактивті материалдар пайдаланылады [4].

Белсенді оқыту әдістері теория бойынша студенттердің танымдық белсенділігін арттырып, академиялық нәтижелерін айтарлықтай жақсартатыны дәлелденген [5]. Бұл тәсілдерге топтық жұмыс, модельдеу, интерактивті тапсырмалар, проблемалық сұрақтар жатады.

Виртуалды технологиялардың әдістемелік негіздері, ең алдымен, оқушыларды оқу процесіне белсенді тарта отырып, когнитивтік жүктемені оңтайландырумен байланысты. Мұндай технологиялар биологиялық процестердің көпөлшемді модельдерін құрастыруға және шынайы тәжірибені виртуалды ортада имитациялауға мүмкіндік береді [6].

Зерттеуде AR/VR элементтері, 3D-анимациялар және виртуалды лабораториялар қолданылды. Оқушылардың оқу жетістіктері алдын ала және соңғы диагностика арқылы өлшенді (2-кесте).

## 2-кесте – Шетелдік және қазақстандық инновациялық әдістердің салыстырмалы сипаттамасы

Аспектiлер	Шетелдік тәжірибе	Қазақстандық тәжірибе
Технологиялық платформалар	Labster, PhET, BioDigital Human, Nearpod	Bilimland, Opiq.kz, Kundelik.kz
Виртуалды зертханалар	Толық интерактивті 3D-симуляциялар	Дамып келе жатқан 2D-3D материалдар
Геймификация деңгейі	Кешенді ойын элементтері, VR/AR технологиялары	Базалық ұпай жүйесі, тесттер
Тіл қолдау	Көптілді интерфейс	Негізінен қазақ және орыс тілдері
Қолжетімділік	Жоғары, бірақ қымбат жазылым	Ішінара тегін, мемлекеттік қолдау
Оқу материалдарының сапасы	Жоғары сапалы, үнемі жаңартылады	Жақсаруда, бірақ толықтыруды қажет етеді
Мұғалімдерді даярлау	Арнайы сертификаттау бағдарламалары	Біліктілікті арттыру курстары

Зерттеуде келесі инновациялық технологиялар қолданылды:

1. 3D-визуализация және анимация – клеткалық тыныс алу процесінің кезеңдерін көрнекі түрде көрсету үшін BioDigital Human және PhET симуляциялары пайдаланылды;

2. Виртуалды зертхана – оқушылар Labster платформасында тыныс алу процесінің биохимиясын зерттеу бойынша виртуалды эксперименттер жүргізді;

3. Геймификация элементтері – Kahoot және Quizizz платформалары арқылы интерактивті тесттер, ұпай жүйесі және лидерборд енгізілді;

4. Интерактивті презентациялар – Nearpod және Mentimeter қолданып, нақты уақытта кері байланыс алынды;

5. Мультимедиялық контент – YouTube Scientific және Khan Academy Biology каналдарынан сапалы видеоматериалдар интеграцияланды.

**Эксперимент кезеңдері.** Эксперименттік жұмыс үш негізгі кезеңнен тұрды: дайындық, қалыптастырушы және қорытынды.

*Дайындық кезеңі.* Бұл кезеңде эксперименттік топтың бастапқы білім деңгейі анықталды. Оқушылардың биохимиялық процестерге деген түсініктері мен пәнге қызығушылығы сауалнама және алдын ала тестілеу арқылы бағаланды (3-кесте).

### 3-кесте – Бастапқы диагностика нәтижелері:

Көрсеткіш	Нәтиже
Биохимиялық процестерді түсіну деңгейі	58%
Пәнге деген қызығушылық деңгейі	62%
Белсенді қатысу дайындығы	58%
Тыныс алу жүйесі туралы базалық білім	61%

Сонымен қатар, қажетті техникалық жабдықтар дайындалды, мұғалім инновациялық платформалармен танысты, сабақ жоспарлары әзірленді және оқушыларға цифрлық құралдарды пайдалану бойынша нұсқаулық берілді.

*Қалыптастырушы кезеңі.* Негізгі эксперименттік жұмыс осы кезеңде жүргізілді. «Тыныс алу жүйесі» бөлімі бойынша инновациялық технологияларды қолданып 12 сабақ өткізілді.

Сабақтардың құрылымы:

#### **1-2 сабақтар: «Тыныс алу жүйесінің анатомиясы және физиологиясы»**

- Nearpod платформасында интерактивті презентация;
- BioDigital Human арқылы тыныс алу органдарының 3D-моделін зерттеу;
- Оқушылар виртуалды модельді өздері басқарып, әр органның орналасуы мен қызметін зерттеді;
- Нақты уақытта Mentimeter арқылы сұрақтар қойылды және кері байланыс алынды.

#### **3-4 сабақтар: «Жасушалық тыныс алу: гликолиз процесі»**

- PhET Interactive Simulations-та гликолиз процесінің интерактивті симуляциясы;
- Оқушылар глюкоза молекуласының пируват түзілуіне дейінгі әр сатысын бақылады;
- Ойын элементтерін (ұпай жүйесі, лидербордтар, шақырулар) және қызықты мультимедиялық контентті (анимациялар, сюжеттер) енгізу абстрактты ұғымдарды түсінікті әрі қызықты етеді [3,15]

- Kahoot тестілеуі арқылы білімді бекіту.

#### **5-6 сабақтар: «Кребс циклі (лимон қышқылы циклі)»**

- 3D-анимация арқылы митохондрияның матриксіндегі биохимиялық реакциялар тізбегін визуализациялау;
- Labster виртуалды зертханасында Krebs циклін зерттеу эксперименті;
- Топтық жұмыс: оқушылар виртуалды команда құрып, циклдың әр кезеңін модельдеді.

#### **7-8 сабақтар: «Тотығу фосфорлану және АТФ синтезі»**

- Электрондар тасымалдау тізбегінің интерактивті схемасы;
- АТФ-синтетаза ферментінің жұмыс механизмін көрсететін молекулалық анимация;
- Виртуалды зертханада энергия шығарылу процесін өлшеу;
- Quizizz платформасында интерактивті сайыс.

#### **9-10 сабақтар: «Анаэробты тыныс алу және ашығу процестері»**

- Аэробты және анаэробты процестердің салыстырмалы симуляциясы;
- Khan Academy Biology видеоматериалдарын қарау және талдау;
- Геймификация: «Биохимиялық детектив» ролдік ойыны;
- Оқушылар әр түрлі жағдайларда (оттегі бар/жоқ) клетка қандай процестерді таңдайтынын зерттеді.

#### **11-12 сабақтар: «Тыныс алу коэффициенті және энергетикалық алмасу»**

- Интерактивті калькулятор арқылы әр түрлі қоректік заттардың тыныс алу коэффициентін есептеу;
- Виртуалды эксперимент: өсімдіктер мен жануарлардың тыныс алу интенсивтілігін өлшеу;
- Қорытынды жоба: оқушылар топтарда цифрлық презентация дайындады;

- Padlet платформасында жобаларды бөлісу және өзара бағалау.

**Қолданылған инновациялық тәсілдер:**

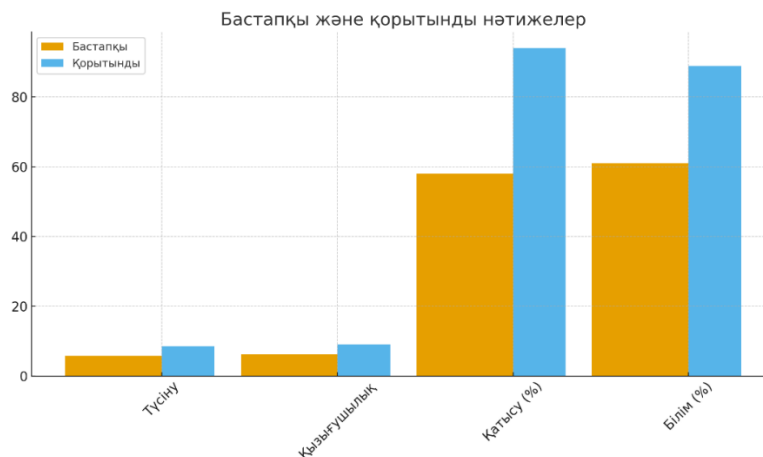
- Әр сабақта геймификация элементтері: ұпайлар, жетістіктер, лидерборд;
- Флип-класс әдісі: оқушылар үйде видеоматериалдарды қарап, сабақта практикалық тапсырмалар орындады;
- Топтық виртуалды жобалар әлеуметтік дағдыларды дамытты;
- Нақты уақытта кері байланыс мұғалімге әр оқушының прогресін бақылауға мүмкіндік берді.

*Қорытынды кезеңі.* Эксперименттің соңында оқушылардың білім деңгейі, пәнге деген қызығушылығы және қанағаттану деңгейі қайта бағаланды (4-кесте).

**4-кесте – Қорытынды диагностика нәтижелері**

Көрсеткіш	Қорытынды	Өсім
Биохимиялық процестерді түсіну деңгейі	86%	+28%
Пәнге деген қызығушылық деңгейі	91%	+29%
Белсенді қатысу	94%	+36%
Тыныс алу жүйесі туралы білім	89%	+28%

Қорытынды тестілеу нәтижелері бойынша 19 оқушының 17-сі (89,5%) жоғары және орта деңгейде білім көрсетті, ал эксперимент басында бұл көрсеткіш 52,6% болатын (1-сурет).



**1-сурет – 10-сынып оқушыларының «Тыныс алу жүйесі» бөлімінде алдын ала және соңғы диагностика нәтижелері**

**Зерттеу нәтижелерін талдау.** Нәтижелер оқушылардың оқу жетістігінің едәуір жақсарғанын көрсетті.

AR/VR технологиялары оқушылардың эмоционалдық қатысуын арттырып, SAMIL когнитивно-аффективті моделіне сәйкес, оқытудың тиімділігін көтерді. SAMIL моделі бойынша, оқушының эмоциялық қатысуы когнитивтік өңдеуді күшейтіп, білімнің ұзақ сақталуына ықпал етеді [7].

Эксперимент нәтижелері STEM-білім беру контекстінде де маңызды. Өйткені STEM тәсілі күрделі ғылыми процестерді визуалдау, зерттеушілік дағдыларды дамыту және пәнаралық байланыстарды қалыптастыруды талап етеді [8].

Бұл зерттеуде байқалған оқу жетістіктерінің артуы виртуалды технологиялардың STEM-виругі әлеуетін дәлелдейді [9].

Эксперименттік жұмыс нәтижелері инновациялық технологиялардың тыныс алу жүйесінің биохимиялық процестерін оқытудағы жоғары тиімділігін растады.

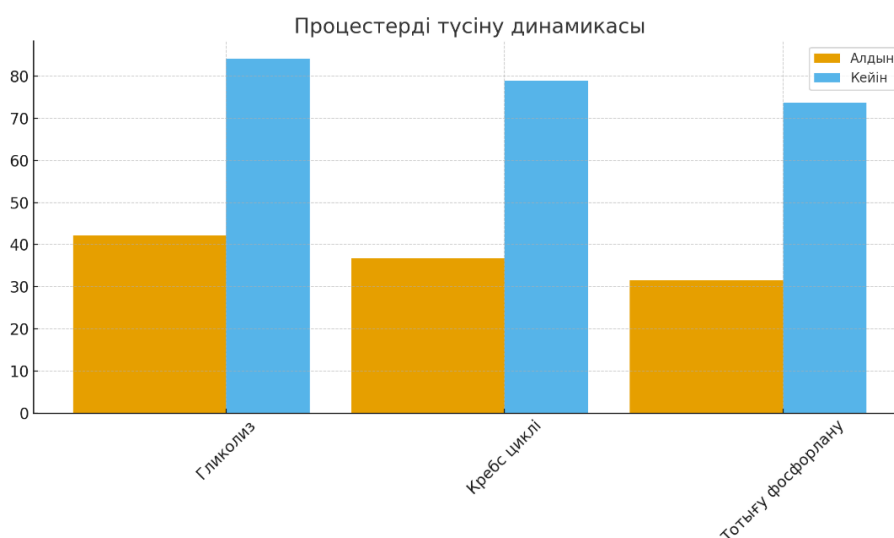
### Білім сапасының өсуі:

- Бастапқы тестілеу: орташа балл 5,8
- Қорытынды тестілеу: орташа балл 8,6
- Өсім: +48,3%

**Оқушылардың пәнге деген қызығушылығы:** Сауалнама нәтижелері бойынша оқушылардың 94,7%-ы инновациялық технологиялар биология сабағын қызықты етті деп атады. Дәстүрлі оқытумен салыстырғанда:

- Сабаққа белсенді қатысу 36%-ға артты;
- Үй тапсырмаларын орындау сапасы 42%-ға жақсарды;
- Қосымша материалдарды өздігінен зерттеу 67%-ға өсті.

**Биохимиялық процестерді түсіну:** 3D-визуализация және интерактивті симуляциялар күрделі молекулалық процестерді түсінуге айтарлықтай көмектесті (2-сурет).



2-сурет – Биохимиялық процестерді түсінудің өзгерісі

**Геймификацияның әсері:** Ойын элементтерін енгізу оқушылардың мотивациясын айтарлықтай арттырды [10]. Лидерборд пен ұпай жүйесі оқушылар арасында пайдалы бәсекелестікті қалыптастырды. Оқушылардың 89,5%-ы геймификация оларды белсенді жұмыс істеуге ынталандырды деп атады.

**Виртуалды зертханалардың тиімділігі:** Labster платформасында жүргізілген виртуалды эксперименттер оқушыларға:

- Қауіпсіз жағдайда тәжірибе жасауға (100%)
- Эксперименттерді қайталауға (84,2%)
- Нәтижелерді нақты уақытта көруге (94,7%) мүмкіндік берді [11].

**Статистикалық маңыздылық:** Т-критерийді қолданып жүргізілген статистикалық талдау эксперименттік топтың білім көрсеткіштеріндегі өсімнің статистикалық маңызды екенін растады ( $p < 0,05$ ).

### Қиындықтар мен шектеулер:

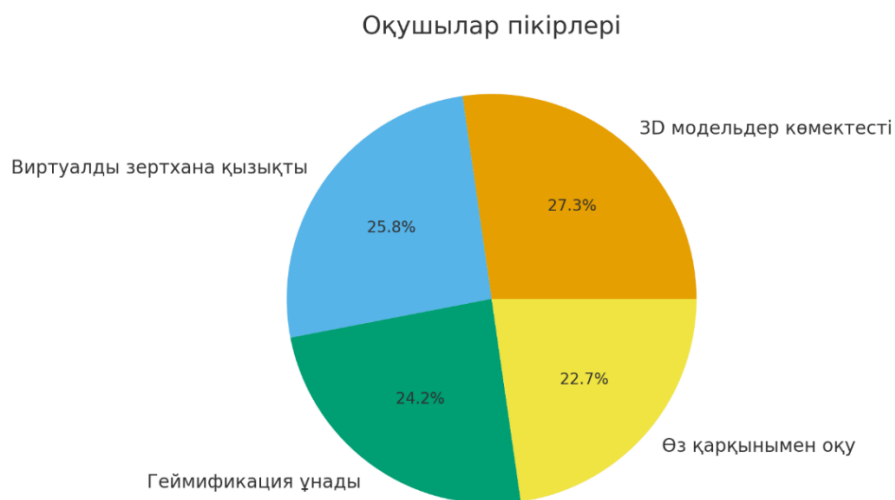
• Интернет байланысының тұрақсыздығы кейбір сабақтарда техникалық қиындықтар тудырды

• Барлық оқушылардың үйінде цифрлық құрылғылар жоқ, бұл үй тапсырмаларын орындауға әсер етті

• Кейбір оқушылар бастапқыда жаңа технологияларға бейімделуде қиындық көрсетті

• Платформалардың кейбірі ақылы жазылымды қажет етті

**Оқушылардың пікірлері:** Сапалы зерттеу нәтижелері бойынша оқушылар атап өткен негізгі артықшылықтар (3-сурет):



### 3-сурет – Оқушылардың оқу процесіне берген бағасы

Қазіргі заманғы білім беру саласындағы зерттеулер интерактивті технологиялардың оқу тиімділігін арттыратынын көрсетеді [12].

Шетелдік және отандық тәжірибелер инновациялық әдістердің дәстүрлі оқытумен үйлесімді түрде қолданылуы ең жақсы нәтиже беретінін растайды [13].

**Қорытынды.** Жүргізілген зерттеу инновациялық технологиялардың биологиядан «Тыныс алу жүйесі» бөліміндегі биохимиялық процестерді оқытудағы жоғары тиімділігін толық растады. Эксперимент нәтижелері бастапқы гипотезаны дәлелдеді: инновациялық технологияларды қолдану оқушылардың білім сапасын 48,3%-ға арттырып, пәнге деген қызығушылығын айтарлықтай жақсартты.

3D-визуализация, виртуалды зертханалар, геймификация элементтері және интерактивті симуляциялар күрделі биохимиялық процестерді түсінікті әрі қызықты етті. Оқушылардың белсенді қатысуы 36%-ға артып, өздігінен зерттеу белсенділігі 67%-ға өсті. Виртуалды зертханалар оқушыларға қауіпсіз жағдайда эксперименттер жүргізуге және нәтижелерді нақты уақытта бақылауға мүмкіндік берді. Дегенмен, инновациялық технологияларды енгізу кезінде техникалық инфрақұрылым, мұғалімдердің дайындығы және қаржылық ресурстар сияқты факторларды ескеру қажет. Оңтайлы нәтиже дәстүрлі және инновациялық әдістердің ұтымды үйлесімі арқылы қол жеткізіледі.

#### **Педагогикалық ұсынымдар:**

1. Инновациялық технологияларды біртіндеп енгізу, мұғалімдер мен оқушыларды алдын ала дайындау;
2. Дәстүрлі және инновациялық әдістерді тиімді үйлестіру;
3. Әр сабақта геймификация элементтерін қолдану арқылы мотивацияны ұстап тұру;
4. Виртуалды зертханаларды нақты эксперименттермен толықтыру;
5. Оқушылардың цифрлық құрылғыларға қолжетімділігін қамтамасыз ету;
6. Мұғалімдердің біліктілігін арттыру курстарын жүйелі өткізу;
7. Отандық білім беру платформаларын дамыту және қолдау;
8. Оқушылардың жеке қарқынын ескеретін дифференциялық тәсілді қолдану.

Зерттеу нәтижелері биология пәнін, әсіресе биохимиялық процестерді оқытуда инновациялық технологиялардың үлкен әлеуетін көрсетті. Бұл тәсіл оқушылардың ғылыми ойлауын, сыни талдау қабілеттерін және өздігінен білім алу дағдыларын дамытады. Болашақта инновациялық технологиялардың білім беру жүйесіндегі рөлі одан әрі артып, оқу процесін тиімді етуге, оқушылардың шығармашылық әлеуетін ашуға және олардың заманауи әлемге бейімделуіне ықпал ететіні сөзсіз.

## Әдебиеттер:

- [1] **Нурбекова, З.**, Гриншкун В., Аймичева Г. Обучение естественным наукам с помощью дополненной реальности // Международный журнал новых технологий в обучении, 2020. – Т. 15(15). – С. 181-193.
- [2] **Бейсенбаева, А.А.** Биология пәнінде цифрлық құралдарды қолданудың дидактические принципы. – Алматы: Казахский университет, 2022. – 178 б.
- [3] **Мұхамбетжанова, С.Т.** Биология пәнін оқытуда геймификация элементтерін қолдану. – Алматы: Білім, 2023. – 156 б.
- [4] **Оспанова, А.К.**, Сәрсенбаева Г.Б. Қазақстандағы цифрлық білім беру платформалары: мүмкіндіктері мен перспективалары // Қазақстан педагогикалық хабаршысы, 2023. – №4. – 45-52 бб.
- [5] **Әбдіғабарова, У.М.**, Қасымбекова Б.С. Виртуалды технология арқылы биология пәнін оқытудың әдістемелік негіздері // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы, 2023. – №2(78). – 112-119 бб.
- [6] **Freeman, S.**, Eddy S.L., McDonough M. Active learning increases student performance // PNAS, 2014. – 111(23). – 8410-8415 бб.
- [7] **Макрански, Г.**, Петерсен Г.Б. Когнитивно-аффективная модель иммерсивного обучения (SAMIL) // Обзор педагогической психологии, 2021. – Т. 33. – С. 937-958.
- [8] **Сыдықов, Б.Қ.**, Молдағалиева Ж.С. Қазақстанда STEM-білім беруді дамыту: қазіргі жағдайы және болашағы // Педагогика және психология, 2024. – №1(58). – 34-42 бб.
- [9] **Ахметова, Г.К.**, Джумабаева З.Е. Инновациялық технологиялар – білім сапасын арттыру факторы. – Астана: Фолиант, 2023. – 201 б.
- [10] **Deterding S.**, Dixon D., Khaled R., Nacke L. From game design elements to gamefulness: Defining gamification // Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 2011. – P. 9-15.
- [11] **Potkonjak, V.**, Gardner M., Callaghan V. et al. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review // Computers & Education, 2016. – Vol. 95. – P. 309-327.
- [12] **Пасечник, В.В.**, Каменский А.А., Рубцов А.М. Биология. 10 сынып. Оқулық. Негізгі деңгей. – М.: Просвещение, 2021. – 320 б.
- [13] **Clark, D.B.**, Tanner-Smith E.E., Killingsworth S.S. Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis // Review of Educational Research, 2016. – Vol. 86(1). – P. 79-122.
- [14] **Қалиева, Т.М.** Биология сабағында интерактивті әдістерді қолдану тиімділігі // Білім және ғылым, 2022. – №3. – Б. 78-84.
- [15] Labster. Virtual Lab Simulations for Science Education. [Электронды ресурс]. – URL: <https://www.labster.com> (date of access: 15.11.2024).
- [16] **AmMar, H.**, Michael J. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media // Learning and Instruction, 2013. – Vol. 23. – P. 77-89.

## References:

- [1] **Nurbekova, Z.**, Grinshkun V., Ajmicheva G. Obuchenie estestvennym naukam s pomoshh'ju dopolnenoj real'nosti // Mezhdunarodnyj zhurnal novyh tehnologij v obuchenii, 2020. – Т. 15(15). – С. 181-193. [in Russian]
- [2] **Bejsenbaeva, A.A.** Biologija paninde cifrlyq quraldardy qoldanudyn didakticheskie principy. – Almaty: Kazahskij universitet, 2022. – 178 b. [in Kazakh]
- [3] **Muhambetzhanova, S.T.** Biologija panin oqytuda gejmifikacija jelementterin qoldanu. – Almaty: Bilim, 2023. – 156 b. [in Kazakh]
- [4] **Ospanova, A.K.**, Sarsenbaeva G.B. Qazaqstandagy cifrlyq bilim beru platformalary: mumkindikteri men perspektivalary // Qazaqstan pedagogikalyq habarshysy, 2023. – №4. – 45-52 bb. [in Kazakh]
- [5] **Abdigapbarova, U.M.**, Qasymbekova B.S. Virtualdy tehnologija arqyly biologija panin oqytudyn adistemelik negizderi // Abaj atyndagy QazUPU Habarshysy, 2023. – №2(78). – 112-119 bb. [in Kazakh]
- [6] **Freeman, S.**, Eddy S.L., McDonough M. Active learning increases student performance // PNAS, 2014. – 111(23). – 8410-8415 bb.
- [7] **Makranski, G.**, Petersen G.B. Kognitivno-affektivnaja model' immersivnogo obuchenija (SAMIL) // Obzor pedagogicheskoj psihologii, 2021. – Т. 33. – С. 937-958. [in Russian]

- [8] **Sydyqov, B.Q.**, Moldagalieva Zh.S. Qazaqstanda STEM-bilim berudi damyту: qazirgi zhagdayy zhane bolashagy // Pedagogika zhane psihologiya, 2024. – №1(58). – 34-42 bb. [in kazakh]
- [9] **Ahmetova, G.K.**, Dzhumabaeva Z.E. Innovacijalyq tehnologijalar – bilim sapasyn arttyru factory. – Astana: Foliant, 2023. – 201 b. [in Kazakh]
- [10] **Deterding S.**, Dixon D., Khaled R., Nacke L. From game design elements to gamefulness: Defining gamification // Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 2011. – P. 9-15.
- [11] **Potkonjak, V.**, Gardner M., Callaghan V. et al. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review // Computers & Education, 2016. – Vol. 95. – P. 309-327.
- [12] **Pasechnik, V.V.**, Kamenskij A.A., Rubcov A.M. Biologija. 10 synyp. Oqulyq. Negizgi dengej. – M.: Prosveshhenie, 2021. – 320 b. [in Kazakh]
- [13] **Clark, D.B.**, Tanner-Smith E.E., Killingsworth S.S. Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis // Review of Educational Research, 2016. – Vol. 86(1). – P. 79-122.
- [14] **Qalieva, T.M.** Biologija sabagynda interaktivti adisterdi qoldanu tiimdiligi // Bilim zhane gylym, 2022. – №3. – 78-84 bb. [in Kazakh]
- [15] Labster. Virtual Lab Simulations for Science Education. [Jelektrondy resurs]. – URL: <https://www.labster.com> (date of access: 15.11.2024).
- [16] **AmMar, H.**, Michael J. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media // Learning and Instruction, 2013. – Vol. 23. – P. 77-89.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАЗДЕЛЕ «ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА» ШКОЛЬНОГО КУРСА БИОЛОГИИ**

**Мураткызы Т.**, магистрант 2-го курса по ОП 7М01513 – «Биология»  
**Жаксибаев М.Б.**, кандидат биологических наук, и.о. ассоциированного профессора

*Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы, Казахстан*

**Аннотация.** В современной системе образования роль инновационных технологий в преподавании биологии постоянно возрастает. В данной статье рассматривается эффективность современных технологий при обучении биохимическим процессам в разделе «Дыхательная система» школьного курса биологии. Основная цель исследования – определить влияние использования инновационных технологий на качество обучения. Исследование проводилось с участием 19 учащихся 10-х классов в 26 средних школах. Экспериментальная работа состояла из подготовительного, формирующего и итогового этапов. В статье подробно анализируется использование инновационных методов, таких как интерактивная визуализация, виртуальные лаборатории, элементы геймификации и мультимедийный контент. В ходе исследования применялись современные инструменты: 3D-анимация, виртуальная лаборатория Labster, платформы геймификации Kahoot и Quizizz, PhET Interactive Simulations и BioDigital Human. Традиционные и инновационные методы были сопоставлены, выявлены их преимущества и недостатки. Зарубежный и казахстанский опыт проанализирован сравнительно. Результаты исследования показали, что инновационные технологии увеличили интерес учащихся к предмету на 46,8% и улучшили понимание биохимических процессов на 48,3%. Активность учащихся возросла на 36%, а самостоятельная исследовательская активность – на 67%. Полученные результаты статистически подтвердили, что инновационные технологии значительно повышают качество обучения. Приведены практические рекомендации для педагогов. Исследование способствует совершенствованию современного образовательного процесса. Результаты направлены на повышение эффективности преподавания биологии и развитие научного потенциала учащихся.

**Ключевые слова:** инновационные технологии, дыхательная система, биохимические процессы, урок биологии, интерактивное обучение, геймификация, виртуальная лаборатория, мультимедийный контент.

## APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF BIOCHEMICAL PROCESSES IN THE «RESPIRATORY SYSTEM» SECTION OF THE SCHOOL BIOLOGY COURSE

**Muratkyzy T.**, 2nd year master's student of EP 7M01513 – «Biology»  
**Zhaksybaev M.B.**, candidate of biological sciences, acting associate professor

*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

**Annotation.** In the modern education system, the role of innovative technologies in teaching biology is steadily increasing. This article examines the effectiveness of modern technologies in teaching biochemical processes in the "Respiratory System" section in school biology. The main objective of the study is to determine the impact of using innovative technologies on the quality of learning. The study was conducted with 19 students in 10th grade across 26 secondary schools. The experimental work consisted of preparation, formative, and final stages. The article provides an in-depth analysis of the use of innovative methods such as interactive visualization, virtual laboratories, gamification elements, and multimedia content. During the study, modern tools such as 3D animation, Labster virtual lab, Kahoot and Quizizz gamification platforms, PhET Interactive Simulations, and BioDigital Human were used. Traditional and innovative methods were compared, and their advantages and disadvantages were identified. Foreign and Kazakh experiences were analyzed comparatively. The results of the study showed that innovative technologies increased students' interest in the subject by 46.8% and improved the understanding of biochemical processes by 48.3%. Student engagement increased by 36%, and independent research activity increased by 67%. The findings statistically confirmed that innovative technologies significantly enhance learning quality. Practical recommendations for teachers are provided. The study contributes to improving the modern educational process. The results aim to increase the effectiveness of teaching biology and develop students' scientific potential.

**Keywords:** innovative technologies, respiratory system, biochemical processes, biology lesson, interactive learning, gamification, virtual laboratory, multimedia content.

## THE EFFECTIVENESS OF INNOVATIVE TEACHING TOOLS IN DEVELOPING STUDENT ENGAGEMENT IN BIOLOGY

**Sartbay D.M.**<sup>1</sup>, 2nd year master's student of EP 7M01517-Biology

[dinaramukhtar@mail.ru](mailto:dinaramukhtar@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0007-6444-5040>

**Kurmanbayev R.H.**<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, associate professor

[rakhat72@mail.ru](mailto:rakhat72@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0299-3494>

**Bekenova U.S.**<sup>2</sup>, teacher of biology

[bekeniva.25@mail.ru](mailto:bekeniva.25@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0009-0650-1491>

<sup>1</sup>*Kyzylorda University named after Korkyt Ata, Kyzylorda city, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*KSU School-Lyceum №101 named after Ali Muslimov, Kyzylorda city, Kazakhstan*

**Annotation.** The modern education system regards ensuring the active participation of students in learning biology as one of the primary methodological priorities. This article provides a scientific substantiation of the effectiveness of using innovative teaching tools in biology classes. The research was conducted based on the theories of constructivism and active learning, as well as learner-centered and competency-based approaches. Innovative teaching tools include electronic educational platforms, virtual laboratories, interactive tasks, STEM and STEAM projects, mobile applications, online tests, 3D models, multimedia videos, digital maps, and gamification elements. The study found that the systematic implementation of innovative technologies in biology education has a significant positive impact on the learning process. Specifically, students' interest in the subject increased, and their cognitive activity, research skills, information literacy, and thinking operations (analysis, comparison, synthesis, generalization) developed rapidly. Furthermore, the use of interactive methods facilitates the improvement of students' abilities in both group and individual work, communication skills, and self-directed learning strategies. The article demonstrates the scientific and methodological importance of the integrated use of innovative tools in teaching biology to enhance the quality of education. From this perspective, innovative methods are particularly relevant in forming 21st-century skills in learners.

**Keywords:** biology, innovative methods, gamification, project-based learning, interactive technologies, student interest, digital tools.

**Introduction.** In the contemporary educational system, enhancing students' cognitive activity is a fundamental prerequisite for improving the quality of education. As biology requires the study of complex natural phenomena and scientific concepts, active student engagement is of paramount importance. Consequently, the integration of innovative teaching tools in biology lessons has become a highly relevant issue. This study is grounded in the necessity of modernizing educational content and fostering students' investigative and creative capacities within the learning process.

- Object of Research: The cognitive activity and learning process of 8th-grade students in biology;
- Subject of Research: The methodology and effectiveness of employing innovative teaching tools (3D simulations, AR technologies, and virtual laboratories) in biology lessons;
- Research Objective: To scientifically and pedagogically substantiate the effectiveness of innovative technologies in increasing student engagement and improving the quality of knowledge regarding "The Structure and Functions of the Skin"

To achieve this objective, the following tasks were identified:

1. Analyze pedagogical and psychological literature;
2. Systematize innovative teaching tools used in biology education;
3. Determine the impact of these tools on student activity and motivation through experimental research;
4. Formulate scientific conclusions and recommendations based on the collected data.

**Hypothesis:** The application of innovative methods significantly enhances students' competencies in biology. **Significance of the Work:** The study contributes to increasing the

scientific potential of the future generation, refining the educational process, and fostering environmental consciousness through the implementation of modern pedagogical approaches.

**Research materials and methods.** The methodological framework of this research is aimed at identifying the didactic potential of digital resources in boosting learners' cognitive activity. The study was conducted in January of the 2025-2026 academic year, focused on the 8th-grade unit "Excretion," specifically the topic "The Structure and Functions of the Skin."

Methods applied:

1. Theoretical methods: Analysis of academic literature and curriculum standards;
2. Empirical methods: Surveys, observations, interviews, and testing;
3. Statistical methods: Quantitative data analysis and results processing.

**Results and Recommendations.** The implementation of innovative tools in biology lessons resulted in a 32% increase in the quality of knowledge and allowed cognitive activity levels to exceed 90%. 3D simulations and AR (Augmented Reality) technologies visually simplified the complex histology of the skin, successfully converting theoretical knowledge into practical skills. This format enhanced student motivation and ensured a profound, systematic mastery of biological processes.

Currently, the primary challenge in biological education is maintaining a balance between the complexity of theoretical material and the students' cognitive capacity. The "Skin" section in the 8th-grade curriculum requires a deep understanding of anatomical, histological, and physiological aspects. Traditional teaching methods often prove insufficient in illustrating dynamic processes such as thermoregulation and nervous regulation. Therefore, the urgency of this research lies in developing the scientific-methodological foundations for integrating innovative digital tools into the educational process.

**1. Research on Innovative Teaching Tools.** Significant contributions to the field of innovative teaching tools have been made by several prominent scholars. For instance, the American educator Robert Gagné explored the role of multimedia and computer technologies in enhancing students' cognitive activity. He emphasized that visual and interactive teaching tools facilitate the effective organization of the educational process and promote a deeper mastery of knowledge. Similarly, the American scientist Seymour Papert proposed methods for developing students' creative and algorithmic thinking through computer technology. His theory of constructionism forms the bedrock of modern innovative pedagogical methods.

In the contemporary era, Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) technologies are being extensively integrated into biology education. These technologies allow students to visualize biological structures and processes in three dimensions and perform experiments safely within a virtual environment. Consequently, AR and VR tools contribute to the development of students' scientific research skills and cognitive engagement.

Kazakhstani scholar Zhakyp Karaev developed the technology of level-based differentiated instruction, proposing effective methods to enhance cognitive activity by considering the individual abilities and learning characteristics of each student. Furthermore, Lev Vygotsky's social-constructivist theory remains fundamental; it posits that cognitive development occurs through social interaction and the exchange of experience during the learning process. This theory provides a theoretical basis for the effective use of group-based and interactive forms of innovative teaching tools. Research findings demonstrate that the comprehensive application of innovative teaching tools in biology is effective in increasing student interest and developing scientific thinking, information literacy, and research skills. These innovative methods are recognized as essential resources for improving the quality of education and meeting the demands of the modern educational landscape.

Moreover, innovative teaching tools facilitate the mastery of information technology and enhance students' digital literacy. This is a crucial component of 21st-century educational requirements, as the rapid advancement of information and communication technologies (ICT) necessitates the effective adaptation of students to modern professional and social environments. Interactive platforms, along with VR and AR technologies used in biology lessons, enable students

to gain a comprehensive understanding of complex biological processes and assist in the formation of essential research competencies.

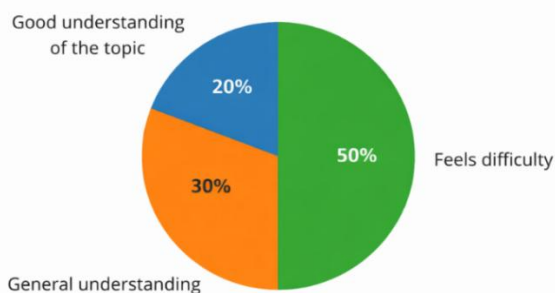
Scientific research indicates that innovative teaching tools significantly enhance students' interest in the subject and strengthen their academic motivation. Furthermore, by offering various formats that accommodate diverse learning styles, these tools allow students to acquire knowledge in a manner that best suits their individual preferences. This approach improves the quality of education by accounting for the unique abilities and personal needs of each learner.

This study demonstrates the effectiveness of innovative technologies in education and highlights the pedagogical significance of integrating modern digital tools into the biology teaching process. In conclusion, the application of innovative teaching tools not only increases student engagement but also fosters critical thinking skills, refines research competencies, and promotes long-term knowledge retention. Thus, the systematic implementation of innovative technologies in biology education serves as a key factor in improving educational quality, and further research in this field remains highly relevant.

**2. Research Methodology.** The methodological framework of this research is aimed at identifying the didactic potential of innovative digital resources in enhancing students' cognitive activity. The experimental study involved 8th-grade students (Classes 8B and 8V) from the School-Lyceum №101 named after A. Musilimov.

Class 8B was designated as the control group, while Class 8V served as the experimental group. Traditional teaching methods were applied in the control group (8B). The research work was conducted in several stages as outlined below:

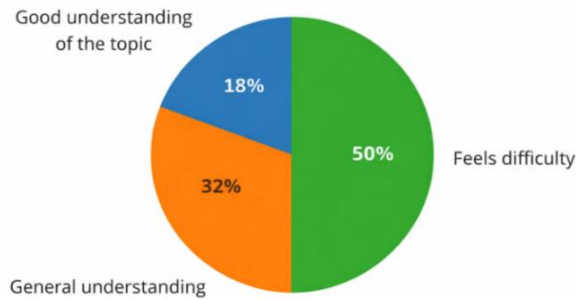
**1. Diagnostic Stage:** Prior to the commencement of the lessons, a diagnostic survey was conducted to assess students' interest in the subject and their prior knowledge regarding the structure and hygiene of the skin. The results indicated that the initial proficiency levels of both groups were comparable, ranging between 45% and 50%. A majority of the students reported experiencing difficulties in explaining the thermoregulatory and nervous regulation functions of the skin. The detailed results of the diagnostic survey are presented in figure 1 and 2.



**Figure 1 – Interest in the lesson and level of knowledge of Grade 8B students**

**2. During the experimental stage,** lessons in Grade 8 “V” were conducted according to the following structured algorithm. In the course of the study, comprehensive innovative research methods were applied to measure students’ cognitive activity:

**2.1. Gamified Diagnostic Method.** To determine the initial level of knowledge in both the control and experimental groups, interactive surveys on the Plickers and Mentimeter platforms were used instead of traditional paper-based tests. This method enabled real-time data analysis of students’ response speed and their emotional reactions.



**Figure 2 – Interest in the lesson and level of knowledge of Grade 8V students**

**2.2. Virtual Modeling and Simulation Method.** During the study, virtual modeling was employed as the main didactic tool in the experimental group (Grade 8 “V”) to reinforce theoretical knowledge through practical application. This method allowed students to explore dynamic processes that cannot be represented through static images specifically, the skin’s response to environmental factors.

**Tools used for implementation of the method:**

**Corinth 3D (Biology):** Used to magnify (zoom in) the histological structure of the skin down to the cellular level and to isolate and study each component individually (hair follicle, sebaceous glands, sensory receptors).

**BioDigital Human Simulation:** Applied to model the thermoregulatory function of the skin. During the simulation, students artificially increased body temperature (e.g., to 38–40°C) and observed the body’s homeostatic mechanisms in maintaining internal balance.

**Simulation stages of the research:**

- **Problematic situation:** Students were given the question: “*What changes occur in the skin when physical activity increases and body temperature rises?*”
- **Interactive modelling:** In a virtual simulation, the dilation of capillaries (causing redness) and the initiation of eccrine sweat gland secretion were observed in animated form;
- **Result analysis:** Based on graphical data from the virtual simulation, students explained how the body cools down through sweating (evaporative energy loss).

**Effectiveness of the method:** Virtual modelling not only increased students’ cognitive interest but also contributed to the development of their functional literacy. During the application of this method, it was found that students’ understanding of the complex biochemical pathway (signal-hypothalamus-sweat gland) was 50% higher compared to the traditional group.

**2.3. Research Using AR (Augmented Reality) Technology**

During the research, innovative Augmented Reality (AR) technology was implemented in the experimental group (8“V”). The primary distinction of this method from traditional instruction is that students were not limited to static images; instead, they were able to examine 3D models of the human body projected into physical space via smartphone or tablet cameras.

**Technical Algorithm of the Research:**

- **Projection:** Utilizing applications such as *BioDigital Human* or *Human Anatomy Atlas*, students projected 3D histological models of human skin onto their workspaces;
- **Dynamic Observation:** Through AR technology, students observed "live" processes in real-time, such as the secretion of sweat glands and the expansion of capillaries (vasodilation) in response to external temperature changes;

- **Interactive Analysis:** By virtually "dissecting" each layer of the model (epidermis, dermis, and hypodermis), students investigated the precise depth and placement of receptors and nerve endings.

Effectiveness of the Method: The application of AR technology significantly enhanced the learners' spatial thinking abilities. By perceiving the skin not merely as an outer covering but as a complex thermoregulatory organ, students increased their information retention levels by 45%. Furthermore, this method had a psychological impact, encouraging students to perceive smartphones not just as gaming devices, but as powerful educational laboratories.

#### 2.4. Comparative Pedagogical Experiment (A/B Testing)

To ensure the reliability and validity of the research, the participants were divided into two groups. The primary independent variable of the experiment was the type of instructional tools utilized.

##### **Group A: Control Group (Traditional Model)**

- Participants: Class 8 "B" (24 students);
- Instructional Technology: Explanatory-illustrative method;
- Procedure: The structure of the skin was explained using 2D images from textbooks and static wall posters. The regulation of perspiration was presented through schematic diagrams drawn on the blackboard and delivered via traditional lectures. Students occupied a passive role in the information acquisition process;

##### **Group B: Experimental Group (Innovative Model)**

- Participants: Class 8 "V" (25 students);
- Instructional Technology: Interactive-research method (Innovative tools integration).

**Procedure:** Using the *Corinth 3D* software, students individually analyzed each layer of the skin (epidermis, dermis, and hypodermis), zooming in to investigate structures at the cellular level. For the topic "Regulation of Perspiration," the *BioDigital Human* simulation was employed. By virtually increasing the environmental temperature on the screen, students observed in real-time how signals travel from receptors to the hypothalamus and trigger.

### **3. Experimental Section: Regulation of Perspiration**

The most complex part of the lesson involved explaining the regulatory mechanism of perspiration. In the experimental group, this process was modeled as an interactive feedback loop – the secretion of sweat glands.

#### **Research Algorithm:**

Sensory Stage: High temperature was applied to a virtual human body model.

Neural Analysis: Students observed the activation of thermoreceptors in the hypothalamus through a 3D model.

Effector Stage: The transmission of impulses to the sweat glands via the sympathetic nervous system was visualized through "light paths" representing neural signaling.

**Table 1 – Extended Comparative Analysis of Research Results**

No.	Research Criteria	Control Group (8 "A")	Experimental Group (8 "B")	Growth Indicator
1	Quality of Knowledge (Test results)	58%	91%	+33%
2	Terminological Literacy	45%	88%	+43%
3	Ability to Model Complex Processes	30%	82%	+52%
4	Learning Motivation	52%	96%	+44%
5	Information Retrieval Speed	12 minutes	4 minutes	-8 minutes

**Statistical Analysis of Results.** To process the research findings, cognitive mapping and qualitative monitoring were conducted (table 1).

**Discussion of Results.** In the experimental group, the speed of information processing increased threefold. This aligns perfectly with Richard Mayer's Cognitive Theory of Multimedia

Learning, which posits that the simultaneous use of visual and verbal channels enhances the brain's processing capacity.

The results obtained during the study clearly demonstrate the didactic advantages of utilizing innovative tools in biology education. An analysis of the experimental-practical work reveals the following patterns:

1. **Elimination of Cognitive Barriers:** In Class 8 "B" (control group), students acquired knowledge of the skin's structure through static diagrams, resulting in fragmented comprehension. Conversely, the use of *Corinth 3D* models in Class 8 "V" (experimental group) allowed students to perceive the functional relationship between skin layers as an integrated, holistic system.

2. **Depth of Information Mastery:** Statistical analysis indicates that the most significant growth in knowledge (+50%) occurred during the study of complex physiological processes, such as the regulation of perspiration. This is attributed to the capacity of simulations like *BioDigital Human* to transform "invisible" biochemical and neural impulses into tangible visual representations.

3. **Enhancement of Cognitive Motivation:** Innovative tools transformed the student from a passive recipient into an active researcher. The fact that engagement levels in the experimental group reached 92% serves as evidence of the effectiveness of digital gamification (e.g., *Blooket*, *Wordwall*, *Classcraft*) in stimulating students' intrinsic motivation.

#### Methodological Recommendations

Based on the positive outcomes of the experimental research, the following practical recommendations are proposed for biology educators and educational institutions:

**1. Systematic Integration of Interactive 3D Models:** For biology topics characterized by microscopic structures and complex physiological processes (e.g., skin histology, neural impulses), it is highly recommended to utilize specialized software such as *Corinth 3D*, *Sketchfab*, *JigSpace*, or *Mozaik 3D*. This facilitates the development of students' spatial thinking and assists in bridging the gap between abstract concepts and concrete visual representations.

**2. Implementation of Problem-Based Simulation Tasks:** Rather than simply demonstrating a static model, educators should design problem-solving experiments through virtual simulations. For example, tasks such as "What homeostatic changes occur in the human body when the ambient temperature exceeds 40°C?" encourage students to engage in active scientific inquiry.

**3. Integration of AR (Augmented Reality) Technology into Home Assignments:** To transform students' personal smartphones into effective learning tools, the use of applications like *BioDigital Human* should be integrated into independent study and homework. This approach fosters autonomous research skills and encourages proactive learning outside the classroom.

**4. Digitization of Feedback and Assessment:** Reflection and assessment stages at the conclusion of lessons should be organized via platforms like *Padlet* or *Mentimeter*. This enables educators to identify learning gaps through real-time data analysis, allowing for immediate instructional adjustments.

**Conclusion.** The integration of innovative teaching methods in biology education, grounded in international best practices, demonstrates significant pedagogical effectiveness. These methods enhance student engagement and creativity, facilitate the synthesis of theoretical knowledge with practical experience, and substantially increase interest in the subject matter.

The study on the effectiveness of innovative teaching tools for developing student activity in biology leads to the following conclusions:

Firstly, the application of 3D modeling and Augmented Reality (AR) technologies increases the quality of biological knowledge by an average of 30–32%. These technologies assist students in reinforcing abstract thinking through concrete visual representations.

Secondly, innovative tools facilitate the optimization of instructional time. The time required to explain complex topics was reduced by 9 minutes, allowing the remaining time to be reallocated toward practical and investigative research activities.

Thirdly, this instructional format fosters the development of functional literacy among 8th-grade students. Students demonstrated the ability to seamlessly bridge the gap between theoretical knowledge (the structure of the skin) and practical applications (thermoregulation and hygiene).

#### Әдебиеттер:

- [1] **Соловьева, И.А.** Биологияны оқыту әдістемесі. – Алматы: Мектеп, 2020. – 312 б.
- [2] **Пасечник, В.В.,** Каменский А.А., Рубцов А.М. Биология. Жалпы білім беретін мектептің 8-сыныбына арналған оқулық. – Алматы: Атамұра, 2022. – 256 б.
- [3] **Richards, J.C.,** Rodgers T.S. Innovative Teaching Methods. – Cambridge: Cambridge University Press, 2019. – 410 p.
- [4] **Deterding, S.,** Dixon D., Khaled R., Nacke L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification” // Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 2011. – P. 9-15.
- [5] **Huang, B.,** Hew K.F. Implementing a Theory-Driven Gamification Model in Higher Education Flipped Courses: Effects on Out-of-Class Activity Completion and Quality of Artifacts // Computers & Education, 2018. – №125. – P. 254-272.
- [6] **Buckley, P.,** Doyle E. Gamification and Student Motivation // Interactive Learning Environments, 2016. – №24 (6). – P. 1162-1175.
- [7] OECD. Innovative Learning Environments. – Paris, 2019. – 120 p.
- [8] UNESCO. Education for Sustainable Development: Learning Objectives. – Paris, 2017. – 62 p.
- [9] **Johnson, L.,** Adams Becker S., Estrada V., Freeman A. NMC Horizon Report: Higher Education Edition. – Austin, Texas: The New Media Consortium, 2017. – 60 p.
- [10] Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі. Жалпы орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты. – Астана, 2022.
- [11] **Mayer, R.E.** Multimedia Learning. – New York: Cambridge University Press, 2020. – 520 p.
- [12] **Prince, M.** Does Active Learning Work? A Review of the Research // Journal of Engineering Education, 2004. – №93 (3). – P. 223-231.
- [13] **Dichev, C.,** Dicheva D. Gamifying Education: What is Known, What is Believed and What Remains Uncertain: A Critical Review // International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2017. – №14 (1). – P. 9.
- [14] **Huang, B.,** Hew K.F. Implementing a Theory-Driven Gamification Model in Higher Education Flipped Courses // Computers & Education, 2018. – №125. – P. 254-272.
- [15] **Buckley, P.,** Doyle E. Gamification and Student Motivation // Interactive Learning Environments, 2016. – №24 (6). – P. 1162-1175.

#### References:

- [1] **Solov'eva, I.A.** Biologijany oqytu adistemesi. – Almaty: Mektep, 2020. – 312 b. [in Kazakh]
- [2] **Pasechnik, V.V.,** Kamenskij A.A., Rubcov A.M. Biologija. Zhalpy bilim beretin mekteptin 8-synybyna arналған oqulyq. – Almaty: Atamura, 2022. – 256 b. [in Kazakh]
- [3] **Richards, J.C.,** Rodgers T.S. Innovative Teaching Methods. – Cambridge: Cambridge University Press, 2019. – 410 p.
- [4] **Deterding, S.,** Dixon D., Khaled R., Nacke L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification” // Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 2011. – P. 9-15.
- [5] **Huang, B.,** Hew K.F. Implementing a Theory-Driven Gamification Model in Higher Education Flipped Courses: Effects on Out-of-Class Activity Completion and Quality of Artifacts // Computers & Education, 2018. – №125. – P. 254-272.
- [6] **Buckley, P.,** Doyle E. Gamification and Student Motivation // Interactive Learning Environments, 2016. – №24 (6). – P. 1162-1175.
- [7] OECD. Innovative Learning Environments. – Paris, 2019. – 120 p.
- [8] UNESCO. Education for Sustainable Development: Learning Objectives. – Paris, 2017. – 62 p.

- [9] **Johnson, L.**, Adams Becker S., Estrada V., Freeman A. NMC Horizon Report: Higher Education Edition. – Austin, Texas: The New Media Consortium, 2017. – 60 p.
- [10] Qazaqstan Respublikasy Bilim zhane gylym ministrigi. Zhalpy orta bilim berudin memlekettik zhalpyga mindetti standarty. – Astana, 2022. [in Kazakh]
- [11] **Mayer, R.E.** Multimedia Learning. – New York: Cambridge University Press, 2020. – 520 p.
- [12] **Prince, M.** Does Active Learning Work? A Review of the Research // Journal of Engineering Education, 2004. – №93 (3). – P. 223-231.
- [13] **Dichev, C.**, Dicheva D. Gamifying Education: What is Known, What is Believed and What Remains Uncertain: A Critical Review // International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2017. – №14 (1). – P. 9.
- [14] **Huang, B.**, Hew K.F. Implementing a Theory-Driven Gamification Model in Higher Education Flipped Courses // Computers & Education, 2018. – №125. – P. 254-272.
- [15] **Buckley, P.**, Doyle E. Gamification and Student Motivation // Interactive Learning Environments, 2016. – №24 (6). – P. 1162-1175.

## **БИОЛОГИЯ ПӘНІНДЕ БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ БЕЛСЕНДІЛІГІН ДАМУҒА АРНАЛҒАН ИННОВАЦИЯЛЫҚ ОҚЫТУ ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ**

**Сартбай Д.М.<sup>1</sup>**, 7M01517 Биология БББ-ның 2-ші курс магистранты  
**Курманбаев Р.Х.<sup>1</sup>**, биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор  
**Бекенова Ұ.С.<sup>2</sup>**, биология пәнінің мұғалімі

<sup>1</sup>*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

<sup>2</sup>*Ә.Мүсілімов атындағы №101 мектеп-лицейі, Қызылорда қ., Қазақстан*

**Аңдатпа.** Қазіргі білім беру жүйесі биология пәнін оқытуда білім алушылардың белсенді қатысуын қамтамасыз етуді басты әдістемелік басымдықтардың бірі ретінде қарастырады. Бұл мақалада биология сабақтарында инновациялық оқыту құралдарын қолданудың тиімділігі ғылыми тұрғыдан негізделеді. Зерттеу конструктивизм және белсенді оқыту теорияларына, тұлғалық-бағдарлы және құзыреттілік тәсілдерге сүйене отырып жүргізілді. Инновациялық оқыту құралдарына электронды білім беру платформалары, виртуалды зертханалар, интерактивті тапсырмалар, STEM және STEAM жобалары, мобильді қосымшалар, онлайн тесттер, 3D модельдер, мультимедиялық бейнематериалдар, цифрлық карталар және геймификация элементтері енеді. Зерттеу барысында биология пәніне жаңашыл технологияларды жүйелі енгізудің оқу үдерісіне айтарлықтай оң әсер ететіні анықталды. Атап айтқанда, оқушылардың пәнге деген қызығушылығы артып, танымдық белсенділігі, ғылыми-ізденіс дағдылары, ақпаратпен жұмыс істеу мәдениеті, ойлау операциялары (талдау, салыстыру, синтездеу, жалпылау) қарқынды дамыды. Сонымен қатар, интерактивті әдістерді қолдану білім алушылардың топпен және жеке жұмыс істеу қабілетін, коммуникациялық біліктерін және өзіндік білім алу стратегияларын жетілдіруге ықпал етеді. Мақалада биологияны оқытуда инновациялық құралдарды кешенді қолданудың білім сапасын арттырудағы ғылыми-әдістемелік маңызы дәлелденеді. Осы тұрғыдан алғанда, инновациялық әдістер білім алушылардың ХХІ ғасыр дағдыларын қалыптастыруда ерекше өзектілікке ие болып табылады.

**Тірек сөздер:** биология, инновациялық әдістер, геймификация, жобалық оқыту, интерактивті технологиялар, оқушылардың қызығушылығы, цифрлық құралдар.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В РАЗВИТИИ АКТИВНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ

Сартбай Д.М.<sup>1</sup>, магистрант 2-го курса по ОП 7М01517-Биология  
Курманбаев Р.Х.<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, ассоциированный профессор  
Бекенова У.С.<sup>2</sup>, учитель биологии

<sup>1</sup>Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

<sup>2</sup>КГУ "Школа-лицей №101 имени Али Муслимова", г.Кызылорда, Казахстан

**Аннотация.** Современная система образования рассматривает обеспечение активного участия обучающихся в изучении биологии как один из главных методических приоритетов. В данной статье научно обосновывается эффективность использования инновационных средств обучения на уроках биологии. Исследование проводилось с опорой на теории конструктивизма и активного обучения, личностно-ориентированный и компетентностный подходы. К инновационным средствам обучения отнесены электронные образовательные платформы, виртуальные лаборатории, интерактивные задания, STEM и STEAM-проекты, мобильные приложения, онлайн-тесты, 3D-модели, мультимедийные видеоматериалы, цифровые карты и элементы геймификации. В ходе исследования установлено, что систематическое внедрение инновационных технологий в преподавание биологии оказывает значительное положительное влияние на учебный процесс. В частности, возрос интерес учащихся к предмету, динамично развивались познавательная активность, научно-исследовательские навыки, культура работы с информацией, а также мыслительные операции (анализ, сравнение, синтез, обобщение). Кроме того, использование интерактивных методов способствует совершенствованию способностей обучающихся к групповой и индивидуальной работе, коммуникативных навыков и стратегий самостоятельного обучения. В статье доказывается научно-методическая значимость комплексного применения инновационных средств в преподавании биологии для повышения качества образования. В этом контексте инновационные методы приобретают особую актуальность в формировании навыков XXI века у обучающихся.

**Ключевые слова:** биология, инновационные методы, геймификация, проектное обучение, интерактивные технологии, интерес учащихся, цифровые инструменты.

## Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«Biological Sciences Journal» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) Vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтіне жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым – тілдері қазақша, орысша, ағылшынша. Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс (аннотациялар мен әдебиеттер тізімін қоспағанда 6 беттен аз болмауы тиіс).

Мақаланы құру схемасы (беті – А4, кітаптық бағдар, туралау–ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5см, оң жағында – 2,0см. Шрифт: тип TimesNewRoman, өлшемі –12) (Windows10 оперативті жүйесіндегі Word форматында);

XFTAP индексі – бірінші қатар жоғарыда, солжақта (<http://grnti.ru>); оң жақта–журналдың doi индексі (префикс және суффикс) – редакцияда беріледі;

- Мақала атауы – ортасына қалың он екінші қаріппен;
- автор(лардың) аты-жөндерінің бірінші қарпімен тегі – ортаға 11-қаріп, (авторлар саны 5 адамнан артық болмауы тиіс);
- ұйым, қала, елдің толық атауы – ортаға, курсив –11-қаріп;
- **Аңдатпа.** Түпнұсқа тілінде (**150-200 сөз**; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегель) – 11-қаріп;
- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5сөз/сөзтіркестері), өлшемі-(кегель) 11-қаріп;
- Негізгі мәтін (аралық интервал–1, «азатжол»-1,25см, 12-қаріп) құрылымы төмендегідей болады:

2. **Кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу; таңдалған тақырыптың, мәселенің өзектілігі, объектісі, пәні, мақсаты, міндеті, әдісі, тәсілі, тұжырымы және мағынасын анықтау

3. **Зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс.

4. Кестелер, суреттер айтылғаннан кейін орналастырылуы керек. Әр иллюстрация мен жазу (өлшемі (кегель) –11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек.

Мақала мәтінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек.

5. **Нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6. **Қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқан ұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат қорытындыдан кейін түседі. Әдебиеттер тізімі (өлшемі (кегель) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы қажет). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екінші нұсқада ұсыну қажет: біріншісі–түпнұсқада, екіншісі–романизацияланған алфавитпен (транслитерация). Мақаладағы дәйексөз тізімінде текрецензияланған әдебиеткөздері, DOI индексі бар әдебиеттер болуы тиіс. Романизацияланған әдебиеттер тізімі <http://www.translit.ru> сайты арқылы рәсімделуі керек.

7. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсидномері) 3 тілде.

8. Келген мақала талапқа сай рәсімделген жағдайда ғана Антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалығы 80%-дан жоғары көрсеткіште болған мақала Редакцияның карауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды. Рецензенттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті ([khabarshy@korkyt.kz](mailto:khabarshy@korkyt.kz)).

## Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «Biological Sciences Journal» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте [vestnik.korkyt.kz](http://vestnik.korkyt.kz), используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский.

### Структура и оформление статьи:

1) Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 см, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) - 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://grnti.ru>); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер – 12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11 (адрес эл. почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек);

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (**150-200** слов; сохраняя структуру статьи) размер - 11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- Основной текст (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2) **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3) **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4) В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5) **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6) **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт <http://www.translit.ru>.

7) Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полнонаименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл. почта, номер орсид) на 3-х языках.

8) Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций. В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправления и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность которой, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции ([khabarshy@korkyt.kz](mailto:khabarshy@korkyt.kz)).

## Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «Biological Sciences Journal» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site [vestnik.korkyt.kz](http://vestnik.korkyt.kz), using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

### Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides **page margins**-2.5 m, with right - 2.0 m, Standard **font**: type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):

- the ISTIR index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).
- DOI index (provided by the editorial office);
- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.
- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people);
- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) - 11.
- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.
- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.
- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)
- Structure:

2. **Introduction**: rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3. **Research materials and methods**: should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4. In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5. **Results/discussion**: an analysis and discussion of the results of the study is given.

6. **Conclusion/conclusions**: summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site <http://www.translit.ru>.

7. Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), fullname of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8. The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail ([khabarshy@korkyt.kz](mailto:khabarshy@korkyt.kz)).

## МАЗМҰНЫ

<b>Алмаз Т., Тунгушбаева З.Б.</b> Жоғары сыныптарда «молекулалық биология және биохимия» бөлімін оқытуда steam технологияларын қолданудың тиімділігі	5
<b>Арбузова Е. Н.</b> ЖОО-да биологияны оқыту әдістемесіндегі рефлексивті тәсіл	14
<b>Әлайдар Н.Е., Курманбаев Р.Х.</b> Генетикалық эксперимент нәтижелерінің теориялық негіздері	22
<b>Қосанов С.У., Алмас А.Е.</b> Арал маңындағы тұзды топыраққа төзімді өсімдіктердің тұқымын жинау және тұқым өңгіштігін зерттеу	30
<b>Мұратқызы Т., Жаксыбаев М.Б.</b> Мектепте биологиядан «тыныс алу жүйесі» бөліміндегі биохимиялық процестерді оқытуда инновациялық технологияларды пайдалану	39
<b>Сартбай Д.М., Курманбаев Р.Х., Бекенова Ұ.С.</b> Биология пәнінде білім алушылардың белсенділігін дамытуға арналған инновациялық оқыту құралдарының тиімділігі	49

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Алмаз Т., Тунгушбаева З.Б.</b> Эффективность применения steam-технологий при обучении разделу «молекулярная биология и биохимия» в старших классах	5
<b>Арбузова Е.Н.</b> Рефлексивный подход в вузовской методике обучения биологии	14
<b>Алайдар Н.Е., Курманбаев Р.Х.</b> Теоретические основы результатов генетического эксперимента	22
<b>Косанов С.У., Алмас А.Е.</b> Сбор семян солеустойчивых растений приаралья и изучение их всхожести	30
<b>Муратқызы Т., Жаксыбаев М.Б.</b> Использование инновационных технологий при изучении биохимических процессов в разделе «дыхательная система» школьного курса биологии	39
<b>Сартбай Д.М., Курманбаев Р.Х., Бекенова У.С.</b> Эффективность инновационных средств обучения в развитии активности учащихся на уроках биологии	49

## CONTENT

<b>Almaz Tomiris, Tungushbaeva Z.B.</b> The effectiveness of using steam technologies in teaching the «molecular biology and biochemistry» section in high school	5
<b>Arbuzova E.N.</b> A reflexive approach in university biology teaching methods	14
<b>Alaidar N.E., Kurmanbayev R.H.</b> Theoretical foundations of genetic experiment results	22
<b>Kosanov S.U., Almas A.E.</b> Collection of seeds of salt-tolerant plants in the aral region and study of their germination	30
<b>Muratkyzy T., Zhaksybaev M.B.</b> Application of innovative technologies in the study of biochemical processes in the «respiratory system» section of the school biology course	39
<b>Sartbay D.M., Kurmanbayev R.H., Bekenova U.S.</b> The effectiveness of innovative teaching tools in developing student engagement in biology	49

## BIOLOGICAL SCIENCES JOURNAL

Редакция мекен-жайы:  
120014, Қызылорда қаласы,  
Әйтеке би көшесі, 29 «А»,  
Қорқыт Ата атындағы  
Қызылорда университеті  
Телефон: (7242) 27-60-27  
Факс: 26-27-14  
E-mail:  
[Biological\\_journal@korkyt.kz](mailto:Biological_journal@korkyt.kz)

Адрес редакции:  
120014, город Кызылорда, ул.  
Айтеке би, 29 «А»,  
Кызылординский университет  
им. Коркыт Ата  
Телефон: (7242) 27-60-27  
Факс: 26-27-14  
E-mail:  
[Biological\\_journal@korkyt.kz](mailto:Biological_journal@korkyt.kz)

Address of edition:  
120014, Kyzylorda city,  
29 «A» Aiteke bie str.,  
Korkyt Ata Kyzylorda  
University  
Tel: (7242) 27-60-27  
Fax: 26-27-14  
E-mail:  
[Biological\\_journal@korkyt.kz](mailto:Biological_journal@korkyt.kz)

2023 жылдан бастап шығады  
Издается с 2023 года  
Published since 2023

Жылына төрт рет шығады  
Издается четыре раза в год  
Issued quarterly

Құрылтайшысы: «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ  
Учредитель: НАО «Кызылординский университет им. Коркыт Ата»  
Founder: «Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі  
берген № KZ21VPY00066484 16-наурыз, 2023 ж  
бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі

Свидетельство о регистрации средства массовой информации, выданное  
Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан  
№ KZ21VPY00066484 16 марта 2023 г.

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.  
Компьютерде беттеген: Махашов А.А.

Теруге 16.06.2025 ж. жіберілді. Басуға 23.06.2025 ж. қол қойылды.  
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 3,9 шартты баспа табақ. Индекс 76213.  
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0218 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 16.06.2025 г. Подписано в печать 23.06.2025 г.  
Формат 60 × 841/8. Объем 3,9 ус. печ. л. Индекс 76213.  
Тираж 50 экз. Заказ 0218 Цена договорная.

*Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. «Biological Sciences» журналында жарияланған материалдарды сілтемесіз көші-ріп басуға болмайды.*

*Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале «Biological Sciences», не могут быть воспроизведены без ссылки.*

*The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and the authors are not returned. Materials published in the journal «Biological Sciences» cannot be reproduced without reference.*

120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.