

Orazbayeva Balaussa Abduvalyevna – Master, Engineer of IT-Polygon, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan, 010005, Astana, 11 Pushkin Str., tel.: +77477891991, e-mail: balu.9129@mail.ru.

Kurmangozhinov Alzhan Zhanibekovich – PhD, acting Associate Professor of the Department of forest resources and forestry, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: +77055461917, e-mail: a.kurmangozhinov@kazatu.edu.kz.

МРНТИ 14.01.11

УДК 37.012

<https://doi.org/10.52269/KGTD2532275>

РЕТРОСПЕКТИВА И СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ОТ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ДО STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

Шумейко Т.С. – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, профессор кафедры физики, математики и цифровых технологий, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Актуальность темы статьи обусловлена потребностями развития технического образования в современных условиях динамичного развития техники и технологий и находит подтверждение в содержании стратегических документов Республики Казахстан. В статье отмечен интерес педагогов-практиков, исследователей и ученых к проблеме развития технического образования, который формировался на протяжении достаточно длительного исторического периода, начиная от появления идеи о соединении обучения с производительным трудом и её практической реализации Иоганном Генрихом Песталлоцци, и который сохраняется по настоящее время. Необходимость развития у подрастающего поколения интереса к технике и труду, навыков трудовой деятельности, технического творчества и мышления, начиная с раннего детства, усиливает актуальность исследования исторического развития и современного состояния технического образования. Цель статьи: представить результаты ретроспективного анализа методологии и практики развития технического образования и теоретического анализа его современного состояния, а также методологических подходов, лежащих в основе технического образования на современном этапе. На основе ретроспективного анализа автором составлена периодизация развития технического образования, представленная в статье. Обоснована взаимосвязь и отличительные особенности политехнического и STEM-образования, а также раскрыты методологические основы STEM-образования.

Ключевые слова: техническое образование; политехническое образование; STEM-образование; промышленная революция; история развития технического образования.

ТЕХНИКАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДІҢ РЕТРОСПЕКТИВАСЫ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ӘДІСТЕМЕСІ: ПОЛИТЕХНИКАЛЫҚТАН STEM-БІЛІМ БЕРУГЕ ДЕЙІН

Шумейко Т.С. – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, физика, математика және цифрлық технологиялар кафедрасының профессоры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ, Қазақстан Республикасы.

Мақаланың өзектілігі техника мен технологияның серпінді дамуының заманауи жағдайында техникалық білім беруді дамыту қажеттілігіне байланысты және Қазақстан Республикасының стратегиялық құжаттарының мазмұнымен расталады. Мақалада Иоганн Генрих Песталлотсидің оқытуды өнімді еңбекпен ұштастыру идеясының пайда болуынан және оны іс жүзінде жүзеге асырудан бастап жеткілікті ұзақ тарихи кезеңде қалыптасқан және бүгінгі күнге дейін сақталып келе жатқан техникалық білім беруді дамыту мәселесіне практик мұғалімдердің, зерттеушілер мен ғалымдардың қызығушылығы атап өтіледі. Өскелең ұрпақтың бойында техника мен еңбекке деген қызығушылықты дамыту қажеттілігі; еңбек дағдыларын, техникалық шығармашылық пен ойлауды ерте балалық шақтан бастап техникалық білім берудің тарихи дамуы мен қазіргі жағдайын зерттеудің өзектілігін арттырады. Мақаланың мақсаты: техникалық білім беруді дамытудың әдіснамасы мен тәжірибесін ретроспективті талдау нәтижелерін және оның қазіргі жағдайына теориялық талдау жасау, сонымен қатар қазіргі кезеңдегі техникалық білім берудің негізінде жатқан әдістемелік тәсілдер. Ретроспективті талдау негізінде автор мақалада ұсынылған техникалық білім беруді дамытудың кезеңділігін құрастырды. Политехникалық және STEM білім берудің өзара байланысы мен айрықша белгілері негізделіп, STEM білім берудің әдістемелік негіздері ашылды.

Түйінді сөздер: техникалық білім; политехникалық білім; STEM білім беру; өнеркәсіптік революция; техникалық білімнің даму тарихы.

RETROSPECTIVE AND MODERN METHODOLOGY OF TECHNICAL EDUCATION: FROM POLYTECHNIC TO STEM-EDUCATION

Shumeiko T.S. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of physics, mathematics and digital technologies, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The relevance of the article's topic is determined by the need to develop technical education in the context of the rapid advancement of science and technology, and is confirmed by the content of the strategic documents of the Republic of Kazakhstan. The article notes the interest of practicing teachers, researchers and scientists in the problem of technical education development, which has been formed over a fairly long historical period, starting from the emergence of the idea of combining training with productive work and its practical implementation by Johann Heinrich Pestalozzi, and which persists to the present day. The need to develop interest in technology and work in the younger generation; work skills, technical creativity and thinking, starting from early childhood, enhance the relevance of the study of the historical development and current state of technical education. This article aims to present the findings of a retrospective analysis of the methodology and practice of technical education development, alongside a theoretical examination of its current state and the methodological approaches shaping technical education today. Drawing on the retrospective analysis, the author proposes a periodization of the development of technical education, which is outlined in the paper. The interrelationship and distinctive features of polytechnic and STEM education are examined, and the methodological foundations of STEM education are elaborated.

Key words: technical education, polytechnic education, STEM education, industrial revolution, history of the technical education development.

Введение. Динамично возрастающие потребности развития техники, технологий и технического образования в современном Казахстане актуализируют необходимость исследования различных аспектов подготовки молодежи и школьников к жизнедеятельности в технико-технологической среде, как в профессиональной сфере, включая промышленное производство, так и в быту. Повышение внимания к развитию технического образования в Республике Казахстан, являясь объективным следствием инновационного развития техники и технологий во всех сферах жизнедеятельности человека и общества, зафиксировано в стратегических документах государства. Так, в Стратегии развития Казахстана до 2050 года отмечена необходимость развития «системы инженерного образования и современных технических специальностей с присвоением сертификатов международного образца» [1]. Значимость технического образования для современного Казахстана подчеркнута К.-Ж. К. Токаевым в выступлении на заседании Мажилиса Парламента Республики Казахстан 11 января 2022 года; к 2025 году он поручил открыть не менее пяти филиалов авторитетных зарубежных вузов, причем два филиала с техническим уклоном – на западе страны [2].

В соответствии с разработанным на основе Указа Президента Республики Казахстан от 19 июня 2019 года Планом действий по реализации предвыборной программы Президента [3] был создан Атлас новых профессий и компетенций Казахстана [4]. В данном документе представлено 239 новых профессий, среди которых преобладают профессии, связанные с инновационной инженерной деятельностью, а именно, с робототехническими системами и автоматизацией производства, удаленным управлением и использованием беспилотных летательных аппаратов в ряде различных отраслей; цифровизацией, искусственным интеллектом и анализом данных.

О повышении значимости инженерно-технических образовательных программ высшего и послевузовского образования свидетельствуют данные, представленные в «Концепции развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023-2029 годы» о том, что «международная стипендия «Болашак» переориентирована в сторону технических, инженерных, медицинских и педагогических направлений» [5, с. 5]. При этом за весь период функционирования названной стипендии (30 лет) 36 процентов выпускников программы обучались по инженерно-техническим специальностям, находясь на втором месте по количеству обучающихся по «Болашаку» после обучающихся по гуманитарным направлениям (55 %) и значительно опережая медицинские специальности и специальности культуры и искусства (7 % и 2 % соответственно) [5]. В Концепции отмечается, что «будет обеспечен приоритет подготовки технических кадров» по стипендии «Болашак» «в ведущих зарубежных университетах» и в «технических высших учебных заведениях СНГ» [5, с. 5, с. 29].

Необходимость развития инженерного образования свидетельствует, что формировать технические компетенции подрастающего поколения следует уже со школьной скамьи, чтобы в дальнейшем обеспечить профессиональную подготовку инженеров, владеющих инновационными навыками на основе знаний как классических общетехнических и естественнонаучных дисциплин, так и научно-теоретических основ новейших достижений в сфере техники и технологий.

Актуальность исследования различных аспектов технического образования на разных этапах его развития подтверждается систематическим интересом ученых и педагогов-практиков к проблемам технического образования: политехнического (П.Р. Атутов, Н.А. Томин, Д.А. Тхоржевский и др.), STEM-образования (Г.Б. Бейсембаев, Ж.А. Караев, О.Б. Мазбаев, И.Н. Попова, А.И. Сатдыков и др.). Данное обстоятельство подтверждает актуальность исследования исторических основ и современной методологии технического образования. Поэтому в нашей статье мы поставили цель представить результаты ретроспективного анализа методологии и практики развития технического образования, теоретического анализа его современного состояния, а также методологических подходов, лежащих в основе технического образования на современном этапе.

Материалы и методы исследования. Применение метода *ретроспективного анализа* технического образования как педагогического феномена позволило исследовать истоки его становления и особенности исторического развития с момента зарождения до настоящего времени. В дальнейшем использование результатов ретроспективного анализа и проведение теоретико-методологического анализа современных научных трудов по проблеме развития технического образования позволило выявить перспективные направления и особенности его развития. На основе ретроспективного анализа составлена периодизация развития технического образования, включающая перечень и краткую характеристику его этапов. Метод *сравнительного анализа* позволил сопоставить сущностные характеристики политехнического и STEM-образования по выделенным критериям, определить их общие и отличительные характеристики. Использование данного метода в сочетании с *методом теоретического анализа* научно-педагогической литературы направлено на выявление перспектив развития современного технического образования, знание которых позволяет наметить направления и обосновать выбор инструментов совершенствования технико-технологической подготовки обучающихся в конкретных образовательных учреждениях различного уровня. Для проведения теоретического исследования использованы философская и историко-педагогическая литература, в частности, о возникновении и последующей реализации идеи соединения обучения с производительным трудом; методологические и научно-педагогические труды по политехническому обучению; научные труды о современном состоянии и развитии инженерно-технического образования, включая исследования в области STEM-образования.

Результаты и обсуждение. В исследовании технического образования как научно-педагогического феномена обратимся к его терминологическому аппарату. Разделяя мнение В.В. Краевского о значимости четкого определения понятий в педагогической науке (терминологической однозначности) [6], остановимся на понимании некоторых терминов, используемых в нашей статье.

Понятие *политехническое обучение* трактуется как «процесс усвоения системы знаний, раскрывающих научные, технологические и организационные основы современного производства, умений и навыков, необходимых для участия в производительном труде; предпосылка всестороннего и гармоничного развития личности; принцип организации народного образования в СССР» [7, с. 203].

Сравнивая понятия «*политехническое обучение*» и «*политехническое образование*», встречающиеся в литературе разных лет, следует помнить о различии терминов «*обучение*» и «*образование*» в педагогике. *Обучение* означает освоение знаний и способов действий в какой-либо предметной области или сфере деятельности; *образование* имеет более широкий смысл, включающий наряду с освоением знаний и навыков, формирование мировоззрения, личностных качеств и ценностных ориентаций обучающихся. Такой подход к пониманию обозначенных терминов подтверждается их трактовками в Законе Республики Казахстан «Об образовании». Педагогическая категория *образование* рассматривается как «непрерывный процесс воспитания и обучения, осуществляемый в целях нравственного, интеллектуального, культурного, физического развития и формирования профессиональной компетентности» [8]. *Обучение* – «целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся и воспитанников по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенциями, развитию способностей, приобретению опыта применения знаний в повседневной жизни и формированию мотивации получения знаний в течение всей жизни» [8].

Вернемся к термину «политехническое образование», понимаемому как «составная часть коммунистического воспитания молодого поколения, усвоение учащимися общенаучных принципов современного социалистического производства и овладение практическими навыками обращения с орудиями труда, машинами и механизмами, формирование способности ориентироваться в современной технике и технологии» [9, с. 1026]; «овладение знаниями научно-технических и экономических основ производства, системой знаний о сущности, основных чертах и социально-экономическом значении научно-технического прогресса, обеспечение общей компьютерной грамотности, подготовки учащихся к использованию электронно-вычислительной техники в практической деятельности и ознакомление с типами профессий» [10, с. 148]. Таким образом, сравнивая понятия «*политехническое обучение*» и «*политехническое образование*», мы видим, что первое предполагает подготовку к практической деятельности в сфере техники и технологий производства на основе знания производственных процессов и оборудования. Политехническое образование рассматривается в более широком смысле, и кроме практической подготовки к производственной деятельности с использованием техники и технологий, имеет воспитательное значение и предполагает формирование готовности к практической деятельности на основе системных знаний принципов, методов и инструментов современного производства. На рубеже XX–XXI веков значимым результатом технического образова-

ния становится динамично развивающаяся информационно-компьютерная компетентность обучающихся и выпускников.

Прежде чем перейти к ретроспективному анализу феномена политехнического образования, появившемуся в арсенале науки в начале XX столетия, отметим, что первые объекты технической деятельности были созданы еще в Древнем мире. Некоторые из них не только сохранились до настоящего времени, но и представлены в научных исследованиях наших современников. Это архитектурные объекты Древней Греции VI-V вв. до н.э. [11], технология изготовления керамики населения гор и предгорий Загроса и Северной Месопотамии периода неолита [12], архитектура и конструктивные особенности египетских пирамид [13] и др. Знания и опыт создания технических объектов в Древнем мире накапливались и передавались в ходе практической деятельности и ознакомления с имеющимися аналогами создаваемых объектов; специально организованное целенаправленное обучение техническому проектированию отсутствовало. Вместе с тем, как справедливо отмечают исследователи, этот период развития техники уже имел определенные преимущества в сравнении с доисторической эпохой [14], когда «применялись примитивные хозяйственные приспособления», которые «не изобретались человеком, а случайно находились им» [14]. Первобытный человек не изготавливал орудия труда, поскольку не имел представления, как их можно изготовить и для чего использовать; он использовал для выполнения определенных функций те предметы, которые находил в природе.

Вопросы развития техники и технического образования явились предметом исследования современных ученых в различных отраслях науки. Для нашего исследования представляет интерес периодизация развития техники, разработанная в трудах современных ученых-философов [14]. Дополнив её характеристику данными из некоторых других источников, мы представили полученную информацию в таблице 1.

Таблица 1 – Периодизация развития техники и технического образования

№	Название этапа развития техники и его продолжительность	Исторический период и его продолжительность	Характеристика этапа развития техники и технического образования
1	<i>Зарождение технических приспособлений</i> доисторическая эпоха до зарождения первых древних цивилизаций 4-3 тысячелетий до н.э.	<i>Доисторический период</i> (период от появления первого человека до возникновения письменности) до 4-3 тысячелетий до н.э.	Деятельность человека ограничивалась семейно-родовыми потребностями. Применялись примитивные хозяйственные приспособления для бытовых нужд, найденные в природе, поэтому названные «техникой случая»
2	<i>Ремесленное становление технических приспособлений</i> с этапа зарождения первых древних цивилизаций (4-3 тысячелетия до н.э.) до наступления Нового времени (конец XVI – начало XVII вв.)	<i>Древний мир</i> с этапа зарождения первых древних цивилизаций (4-3 тысячелетия до н.э.) до 476 года	Осознанное, позднее – целесообразное применение человеком природных предметов в качестве хозяйственных приспособлений, положившее начало их техническому изготовлению и использованию. Но не каждый человек мог изготавливать и применять орудия труда по причине отсутствия соответствующих знаний
		<i>Средние века</i> V-XVI века	Зарождается ремесленничество – социальная группа людей, занимавшаяся производством в определенной сфере на основе традиционных знаний и практических навыков поколений, которые передавались эмпирическим путем. Ремесленная деятельность не опиралась на науку; каких-либо расчетов для изготовления ремесленных изделий не выполнялось. Обучение ремеслу носило индивидуальный характер в процессе выполнения трудовой деятельности
3	<i>Машинная техника</i> от периода Нового времени до середины XX века	<i>Новое время</i> с конца XVI – начало XVII века до начала XX века	Период машинного производства. В основе машинной техники лежала инженерная деятельность, «более развитая форма технической деятельности», ориентированная на науку [14]. Инженерная деятельность направлена на применение научных знаний для создания технических объектов и управления процессом их изготовления; в период становления капиталистических отношений постепенно трансформировалась в профессиональную деятельность, предполагающую «целенаправленное применение в технической практике научных знаний» [7, с. 77].

Продолжение таблицы 1

4	Информационно-насыщенная техника: автоматизированные системы управления / информационно-технические системы (АСУ/ИТС) с середины XX века по настоящее время	Новейшее время с начала XX века – по настоящее время	Машинное производство характеризуется наличием автоматизированных систем управления, информационных технических систем. Применение электронно-вычислительной техники, компьютеризации производственного и интеллектуального процессов позволило значительно повысить эффективность производственных процессов. Востребованы профессии инженера, программиста, технолога
---	---	--	---

Как свидетельствуют данные таблицы 1, профессиональная деятельность в сфере техники и технологий, начиная с периода машинного производства (то есть с конца XVI – начала XVII века), опирается на достижения науки. Именно в этот период (конец XVI – начало XVII века) написаны произведения английского философа Френсиса Бэкона (1561–1626), в которых представлена созданная им классификация наук [15, с. 8–524] и новая ценность науки. Согласно Бэкону, наука «не может быть целью самой по себе, знанием ради знания, мудростью ради мудрости. Цель науки – изобретения и открытия. Цель изобретений – польза для человека» [15, с.17–18].

В основе развития техники и технологий лежит система знаний естественных и точных наук, именно поэтому для нашего исследования представляет определенный интерес обращение философа к естественным наукам, описание их методов. Обращаясь к трудам Ф. Бэкона, мы видим, что он уделял большое внимание «природе и развитию естественных наук» [15, с. 16; 9, с. 185]; указывал на роль эксперимента в познании [16, с. 34], на необходимость соединения теоретических и практических методов в познании [16, с. 8]. Предложенная Ф. Бэконом классификация наук, в которой «естественная философия» рассматривается как учение о природе и подразделяется на теоретическую и практическую части, каждая из которых включает присущие ей естественные науки и использует соответствующие исследовательские методы, явилась методологией науки начала нового времени. Она оказала определенное влияние не только на организацию научных исследований и изобретений, но и на развитие производства, внедрение достижений науки и техники, и, как следствие, на техническое образование и обучение.

Очевидно, что состояние, уровень и темпы развития экономики, производства и техники оказывают влияние на образование, прежде всего, на техническое. В этом аспекте значимым для нашего исследования являются положения, изложенные в книге Клауса Шваба «Четвертая промышленная революция». Традиционно обозначая термином «революция» «резкое и радикальное изменение» [17, с. 11] в социально-экономической сфере и рассматривая эти революционные изменения в историческом контексте, К. Шваб выделяет аграрную и четыре промышленные революции. Краткая характеристика четырёх промышленных революций, начавшихся во второй половине XVIII века и продолжавшихся на рубеже XX–XXI веков, составленная на основе теоретического анализа книги К. Шваба и других источников, систематизирована в таблице 2.

Таблица 2 – Систематизация результатов теоретического анализа научной литературы о промышленных революциях начала XVIII века – рубежа XX–XXI веков

№	Период промышленной революции	Научно-техническое открытие, ставшее причиной революции	Описание революционных изменений в промышленности
1	С 1760-х по 1840-е годы [17, с. 11; 18, с. 20]	Изобретение парового двигателя и строительство железных дорог	Развитие механического производства [17, с. 11]. Первая промышленная революция ассоциируется с представлениями К. Маркса и Ф. Энгельса о превращении мануфактурного производства в машинное, а также с переходом от ручного труда к машинному [18, с. 20]
2	С конца XIX до начала XX века [17, с. 11]; с 1870-х по 1914 гг. [18, с. 20]	Распространение электричества и внедрению конвейера	Возникновение массового производства [17, с. 11], внедрение конвейеров и поточного производства

Продолжение таблицы 2

3	Началась в 1960-х годах XX века [17, с. 11] с 1960-х гг. XX века по первое десятилетие XXI века [18, с. 20]	Компьютерная революция: развитие полупроводников, использование в 60-х годах XX века больших ЭВМ, в 1970-х и 1980-х – персональных компьютеров, в 1990-х – сети Интернет [17, с. 11].	Внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) производственных процессов. Переход к возобновляемым источникам энергии, внедрение компьютеров в производство, автоматизация и переход к цифровому аддитивному производству [18, с.21]
4	На рубеже XX – XXI веков [17, с. 11]. с 2011 г. по настоящее время [18, с. 20]	Цифровые технологии, основанные на аппаратном и программном обеспечении и сетях, не являются новшеством, но с каждым годом уходя дальше от третьей промышленной революции, становятся более усовершенствованными и интегрированными [17, с. 11]	«Вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), искусственный интеллект и обучающиеся машины. Трансформация общества и глобальной экономики; «Индустрия 4.0» (внедрение «умной экономики», «умных заводов», нанотехнологий, биотехнологий, источников возобновляемой энергии) [17, с. 12]

Таким образом, промышленные революции, происходившие с XXVIII по XXI века, способствовали принципиальным изменениям производственных процессов за счет внедрения инноваций на основе открытий, сделанных в соответствующие исторические периоды в науке и технике. К современным высокоуровневым и широкомасштабным преобразованиям во всех сферах жизнедеятельности человека на основе научно-технических открытий мир шёл постепенно. И только в период революционных изменений в технике и технологиях происходило сравнительно быстрое, инновационное для своего времени, развитие производства. Вместе с тем, исследователи отмечают, что «главным показателем прогресса до сих пор является мера принятия обществом технологических новшеств» [17, с. 12], и этот показатель, несомненно, оказывает существенное влияние на темпы и масштабы внедрения новшеств.

Возвращаясь к ретроспективному анализу технического образования, отметим значимость для его развития идеи соединения обучения с производительным трудом, которая впервые была высказана Джоном Беллерсом (1654-1725), английским экономистом и реформатором [19]. Он указывал на важность обучения «какому-либо ремеслу», и видел в этом преимущество для всех слоев населения. Однако идея Дж. Беллерса о создании такого учреждения, где обучение соединено с производительным трудом, явилась утопической и не была реализована.

Эту идею развил в своих работах швейцарский педагог Иоганн Генрих Песталоцци (1746-1827) [9, с. 991]. По его мнению, школа должна развивать в детях способность к труду, научить их самым разнообразным видам труда. Песталоцци, организовав на свои личные средства школу-приют для детей бедных в Нейхофе, на практике пытался осуществить соединение обучения с производительным трудом. Однако его опыт потерпел крах: заработанных детьми средств не хватало на их содержание. Песталоцци был вынужден распродавать собственное имущество по причине отсутствия средств на содержание и детей, и собственной семьи, но эти меры не спасли положение: в 1780 году приют был закрыт. Анализируя идею и опыт Песталоцци по созданию школ, в которых воспитание и обучение детей соединено с их производительным трудом, и произведенный детьми товар, впоследствии проданный на рынке, должен компенсировать расходы на их содержание, а также выдвинутые Иоганном Генрихом Песталоцци причины своей неудачи, Н.К. Крупская дает следующую оценку. Идея Песталоцци о том, что «центром воспитательной деятельности должен быть производительный труд, совершенно верна»; его ошибкой было, что он «мыслил этот производительный труд в форме... работы на предпринимателя, либо в отживающей форме работы на собственное потребление» [20, с. 180].

Таким образом, идея соединения обучения с производительным трудом развивалась в конце XVIII – начале XIX века, но не нашла продолжения в практике образования в это время. В период

становления советской школы П.П. Блонский, Н.К. Крупская, А.В. Луначарский, А.С. Макаренко, С.Т. Шацкий рассматривали вопросы трудового воспитания в тесной связи с преобразованиями в общественной жизни страны, уделяя большое внимание вопросам политехнизации школы.

Объективная потребность в политехническом образовании впервые научно доказана К. Марксом и Ф. Энгельсом в их фундаментальном политико-экономическом произведении «Капитал» [7, с. 203] и развита в резолюции Первого конгресса I Интернационала, состоявшегося в 1866 году в Женеве. В резолюции отмечен прогрессивный характер тенденции «современной промышленности привлекать к участию в общественном производстве детей и подростков обоего пола» и указано, что «ни родители, ни предприниматели не могут получать разрешение общества пользоваться трудом детей и подростков иначе, как под условием, чтобы их производительный труд был связан с образованием» [20, с. 210]. При этом под образованием в Резолюции понимаются три составляющие: умственное образование, физическое развитие и политехническое воспитание. Подчеркивается, что *политехническое воспитание* «знакомит с общими научными принципами всех производственных процессов» и в то же время «дает ребенку и подростку практические навыки в обращении с элементарными инструментами всех производств» [20, с. 210].

Идеям освоения основ техники и производства значительное внимание уделял И. Алтынсарин в период становления школьного и профессионального образования в Казахстане. Открытие И. Алтынсариным ремесленных мастерских в школах, открытие ремесленных училищ – важные шаги в становлении технического и профессионального образования. Так, в Иргизском женском училище – первой школе для девочек-казашек, открытой в 1887 году и рассчитанной на 20 мест, – обучение грамоте велось параллельно с занятиями по рукоделию [21, с.56]. К концу XIX века, благодаря усилиям И. Алтынсарина, были открыты женское училище с интернатом в Тургае (1891 г.), ремесленные школы в Костанаве (1893 г.), Карабутаке (1895 г.), Актюбинске (1896 г.). К 1896 году общее число учащихся в пяти русско-казахских женских школах достигло 211 человек [21, с. 56-57].

Политехническое образование не только дает общую подготовку к труду, оно расширяет умственный кругозор учеников [20, с. 225]. Обучение труду в политехнической школе должно формировать у учащихся общие трудовые навыки и способствовать осмыслению трудовых процессов с точки зрения техники, организации труда, их общественной значимости, учитывая жизненный опыт детей. Труд должен быть производительным и носить коллективный характер. Это должен быть труд в школьных учебно-производственных мастерских как одна из форм учебного процесса, направленная на осуществление политехнического принципа, успешное решение проблемы соединения обучения с производительным трудом [20].

К концу 30-х годов резко сократилось время на политехническую и трудовую подготовку. В послевоенные годы политехническому обучению в школе вновь уделялось внимание. В директивах по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951-1955 годы выдвигалось требование приступить к осуществлению политехнического обучения в средней школе и провести мероприятия, необходимые для перехода к всеобщему политехническому обучению. В 60-е-70-е годы были созданы межшкольные учебно-производственные комбинаты, имевшие ряд преимуществ для осуществления профессиональной подготовки молодежи. Но, как отмечал Ю.К. Бабанский, «несмотря на развитие сети учебно-производственных комбинатов, все же не удается в полной мере учесть профессиональные интересы учеников; не удается также использовать всех желающих выпускников на местных производствах ввиду отсутствия вакансий». Тем не менее, «сохранение первоначальной профессиональной подготовки в школе – реальный путь укрепления ее связи с жизнью. В школах первоначальная профессиональная подготовка должна проводиться на политехнической основе, способствовать гармоничному развитию личности, психологически готовить ее к труду, соединять обучение с производительным трудом, помогать осознанному выбору профессии» [22, с. 422–423]. В 80-е годы осуществлялась реформа общеобразовательной и профессиональной школы. Средняя общеобразовательная школа стала одиннадцатилетней, обучение детей в ней начинается с шестилетнего возраста. Учащимся VIII-XI классов предоставляется возможность углубленного изучения по их выбору отдельных предметов физико-математического, химико-биологического и общественно-гуманитарного циклов в форме факультативных занятий. Трудовое обучение в X-XI классах сочетается с овладением профессиями, требующимися для материального производства и непроизводственной сферы. Различные типы профессионально-технических учебных заведений реорганизованы в единый тип учебного заведения – «Среднее профессионально-техническое училище» (СПТУ) с соответствующими отделениями по профессиям, формам и срокам обучения в зависимости от уровня образования поступающих.

Таким образом, политехническое образование в Казахстане, как и во всех республиках бывшего СССР, получило развитие в 20-е-80-е годы XX века. В этот период наблюдается наибольший интерес ученых к исследованию проблем политехнического образования. Вместе с тем, научные исследования политехнического образования не ограничиваются указанным периодом; они выполняются и в более позднее время, включая начало XXI века.

Прежде чем перейти к анализу диссертационных исследований по политехническому образованию, обратим внимание, что в 1918 году произошла «отмена системы присуждения ученых степеней», которая «разрушила привычную иерархию научного сообщества» [23, с. 339]. Проблема возобновления присуждения ученых степеней начала обсуждаться научным сообществом с середины

1920-х годов. И только в 1934 году, когда было опубликовано постановление «Об ученых степенях и званиях», состоялось «законодательное оформление диссертационной системы» [23, с. 342–343]. Согласно данному постановлению, были установлены степени кандидата и доктора наук. К присвоению ученой степени доктора допускались лица, имевшие степень кандидата наук либо известные своими научными трудами или изобретениями, при условии публичной защиты диссертации на избранную тему [23, с. 343]. Опираясь на изложенную в статье [23] информацию, мы решили провести сравнительный анализ тематики диссертационных исследований по проблемам политехнического образования, начиная с 1930-х годов по настоящее время. Для анализа использовались авторефераты и диссертации, представленные в цифровом формате, из Интернет-источников: Российская государственная библиотека (РГБ); Национальная электронная библиотека (НЭБ); Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat – электронная библиотека диссертаций. Сравнительный анализ тематики диссертационных исследований политехнического образования проводился с целью выявления наиболее актуальной проблематики исследований и её динамики с разбивкой по десятилетиям в рамках указанного периода. Следует отметить, что выполненное аналитическое исследование не может претендовать на полный охват всех диссертаций по политехническому образованию с 1930-х годов по настоящее время ввиду того, что был выполнен анализ научных трудов, представленных в цифровом формате. Поскольку начало активного внедрения компьютерной техники во все процессы жизнедеятельности людей, включая информационные, приходится на 1980-е годы, то ранее указанного рубежа диссертации на соискание ученых степеней представлялись исключительно распечатанными, и только с 1980-х годов они начинают представляться для соответствующих баз данных (БД) в электронном формате. Поэтому, а возможно, и по ряду других причин, диссертации с 1934 года по 1950 год не были найдены.

С 1950 по 1970 год в современных информационных источниках представлены единичные диссертации по политехническому образованию, которые были оцифрованы и переданы в БД значительно позже их защиты, о чем свидетельствуют комментарии в соответствующих БД. Найденные диссертации подтверждают интерес ученых к истории развития политехнического обучения (М.А. Горбачева, 1954). Значимым средством политехнического обучения является производительный труд школьников, в том числе, в ходе производственной практики на промышленных предприятиях и в школьных мастерских (П.Р. Атутов, 1956; Н.А. Томин, 1960). В докторских диссертациях исследованы методологические основы политехнического обучения (П.Р. Атутов, 1969; Н.А. Томин, 1972), обоснован политехнический характер трудового обучения (Д.А. Тхоржевский, 1973). В современных публикациях отмечается вклад ученых, стоявших у истоков политехнического образования, в теорию и практику его развития: «Все проблемы, которые П.Р. Атутов теоретически обосновывал, объективность которых доказывал, сразу же апробировались и внедрялись в практику образования. Это вопросы политехнического обучения, соединения обучения с производительным трудом и практикой, трудовое обучение, его содержание и формы» [24, с. 97].

Соотношение различных аспектов политехнического образования, явившихся интересом ученых с 1980 по 2023 год, представлены на диаграммах (рисунки 1, 2, 3, 4).

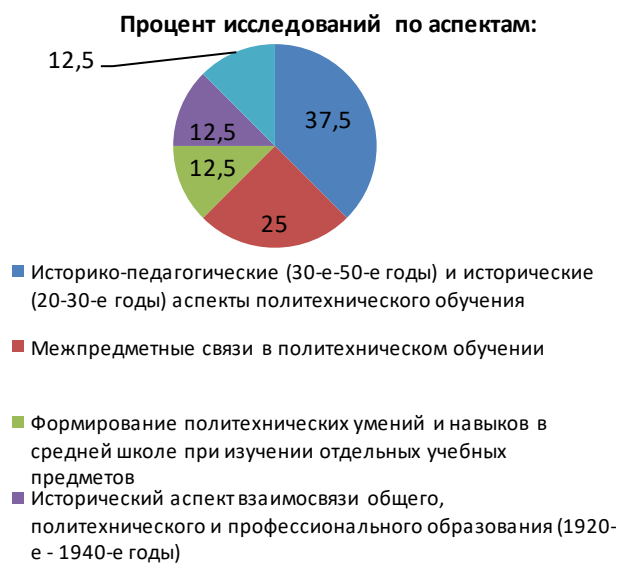
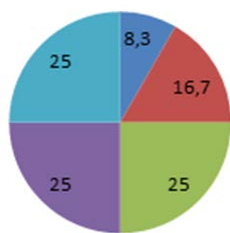


Рисунок 1 – Проблематика исследований (1981–1990)

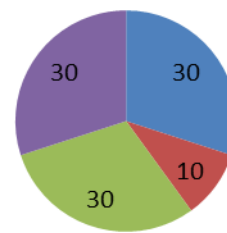


Рисунок 2 – Проблематика исследований (1991–2000)



- Политехническая подготовка и технологическое образование как основа трудовой социализации школьников
- Историко-педагогические аспекты политехнического образования (20-е годы; 50-е - 90-е гг.)
- Взаимосвязь технологической подготовки и политехнического образования
- Формирование политехнической культуры будущих инженеров, будущих учителей
- Организационно-педагогические условия политехнического образования в общеобразовательной школе, в профессионально-техническом учебном заведении

Рисунок 3 – Проблематика исследований (2001–2010)



- Историко-педагогические аспекты политехнического образования (1930-е – начало 1940-х гг.; 1958 – 1964 гг.)
- Формирование культуры техносферной безопасности в политехническом образовании
- Методология политехнического образования: политехнический принцип, принцип связи школы с жизнью, кластерный подход; их реализация
- Политехническая подготовка школьников и студентов в процессе обучения физике и робототехнике

Рисунок 4 – Проблематика исследований (2011–2023)

Как свидетельствует анализ диссертаций, с 1980 по 2023 год сохранялся интерес ученых к историко-педагогическим аспектам политехнического образования, интеграции и межпредметным связям в политехническом обучении. В XXI веке, с появлением концепции STEM-образования, возрастает актуальность исследования политехнической культуры студентов технических и педагогических вузов, методологии и организационно-педагогических условий политехнического образования; возникает интерес к исследованию культуры техносферной безопасности и обучения робототехнике в контексте концепции политехнического образования школьников.

Аббревиатура STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) была предложена в 90-е годы XX века американским ученым Р. Колвэллом. В это же время STEM-образование «дало свое начало в Америке» [25, с. 149]. Активное развитие STEM-образования в России началось с 2010 года, и в этот период «многие вузы вступили в престижную международную сеть лидеров образования в области науки, технологии и математики (STEM)» [25, с. 151]. В Казахстане активное внедрение STEM-образования началось с 2016 года, когда «был обозначен переход на обновленное содержание школьного образования в контексте STEM в рамках Государственной программы развития образования и науки на 2016–2019 гг.» [26, с. 9]. Несмотря на «отсутствие единого подхода к реализации идей STEM-образования, в некоторых передовых школах осуществляется внедрение элементов STEM-подхода» [27, с. 7], таких как изучение основ робототехники; использование ИКТ при проведении лабораторных работ, проектно-исследовательских методов в учебном процессе [27].

Теоретический анализ и обоснование методологии STEM-образования привели нас к выводу о её представленности единством системного и интегративного подходов, реализуемых в сочетании с основными положениями проектного, личностно-деятельностного и компетентностного подходов [28].

С целью выявления характерных признаков STEM-образования, обоснования выбора критериев его сравнения с политехническим и последующего выполнения сравнительного анализа феноменов «политехническое образование» и «STEM-образование» по выделенным критериям, мы выполнили анализ научных статей, авторами которых исследованы отдельные аспекты STEM-образования. Обращаясь к теоретико-методологическим основам STEM-образования, отметим, что одной из его составляющих является инженерная деятельность (Engineering), для эффективного осуществления которой необходимо наличие инженерного мышления, проявляющегося в «современной технологической и технико-конструкторской готовности к деятельности на производстве» [29, с.117]. Авторы статьи [29], обосновывая обязательное наличие «способности специалиста к метакогнитивной трансдисциплинарной мыслительной деятельности», связывают её с «лавинообразным ростом количества информации», сопровождающимся изменением её качества, происходящим «в эпоху четвертой промышленной революции» [29, с.117]. Трансформация научной картины мира ведет к изменению подходов к пониманию феномена «инженерное мышление», которое ранее рассматривалось как синоним понятия «техническое мышление»; сегодня развитие сквозных технологий (информационные технологии, нанотехнологии) ведет к усложнению инженерной деятельности; «она все сильнее переплетается с социальными, экономическими и экологическими процессами» [30, с.16]. Исследователями доказано, что инженерное мышление является сложным понятием и включает в свою структуру, кроме технического мышления, проявляющегося в наличии «твердых навыков работы с техническими устройствами», ещё три составляющие: «научно-исследовательское мышление (твердые навыки обеспечения новизны и аргументации решения конструкторских задач); конструктивистское мышление (навыки моделирования и решения технических задач на основе проектного

подхода); предпринимательское мышление, которое проявляется в когнитивно-экономической субъектности личности специалиста при решении технических задач» [29, с.118]. В целом соглашаясь с предложенной структурой инженерного мышления (за исключением *конструктивистской* составляющей, которую было бы целесообразно назвать *конструкторской*, учитывая один из главных видов деятельности инженера – конструкторскую), мы выделили критерий «*вид деятельности*» для сравнения политехнического и STEM-образования (соответственно техническая и инженерная). С учетом содержания рассматриваемой статьи, предполагающего наличие мета-компетенций для эффективного осуществления инженерной деятельности, мы определили критерий сравнения политехнического и STEM-образования: «*необходимые ЗУН и компетенции*». Признаки, характеризующие данный критерий, во многом сходны для политехнического и STEM-образования, однако первое предполагает наличие определенных ЗУН (знание основ техники, производства, естественнонаучных дисциплин и навыки работы с инструментом и оборудованием); второе – мета-компетенций, определяющих готовность к инженерной деятельности в условиях «Индустрии 4.0».

Необходимость обозначенных выше критериев подтверждается анализом статьи, в которой исследована «трансдисциплинарная роль физико-математических дисциплин в современном естественнонаучном и инженерном образовании» [31]. Её авторы справедливо утверждают, что «научные исследования в цифровую эру вышли на новый, более высокий (трансдисциплинарный) уровень познания, порождающий универсальную методологию, способную решать сложные многофакторные проблемы природы и общества» [31, с. 18]. С учетом содержания данной статьи в дополнение к указанному выше мы выделили критерий сравнения политехнического и STEM-образования «*методологическая основа*». Отмечая сходство методологии политехнического и STEM-образования, определяемое их направленностью на освоение естественнонаучных и общетехнических дисциплин, производственных технологий и техники, мы обосновали общие для них методологические подходы [28], составляющие взаимодополняющее единство. С учетом функционирования современного технического образования в условиях четвертой промышленной революции (информатизация, компьютеризация, роботизация, цифровизация, автоматизация производственных и образовательного процессов) и изменения подхода к оцениванию результатов образования (компетенции вместо ЗУН), методология STEM-образования дополняется трансдисциплинарным и компетентностным подходами.

Вывод о том, что влияние цифровой трансформации в условиях «Индустрии 4.0» обуславливает необходимость соответствующих навыков специалистов, подтверждается анализом содержания статьи [32]. Понимая *цифровую трансформацию* как «процесс изменений, характеризующийся глубокой интеграцией новых технологий, таких как большие данные, искусственный интеллект и блокчейн», авторы данной статьи отмечают роль перечисленных технологий в обеспечении точной основы для принятия решений, анализа данных и прогнозирования [32, с. 575]. Очевидно, что для управления этими процессами необходимы соответствующие компетенции персонала, формируемые в ходе STEM-образования. Исследователи отмечают необходимость в условиях изменений, происходящих в эпоху Индустрии-4.0, не ограничиваться формированием технических навыков обучающихся, формировать у них «гибкие навыки», такие как «критическое мышление, креативность и способность к сотрудничеству» [33, с. 31]. Описываемая в статье модель имеет определенные признаки STEM-образования: предусматривает участие обучающихся в проектах, интегрированных в конкретную отрасль, с применением полученных знаний в различных ситуациях профессиональной деятельности. В результате обучающиеся приобретают не только технические навыки, но и «гибкие навыки» в ходе взаимодействия с преподавателями и специалистами отрасли при выполнении своих проектов [33, с. 31]. Эта информация привела нас к мысли о необходимости дополнения ранее обозначенного критерия сравнения политехнического и STEM-образования «*необходимые ЗУН и компетенции*» признаком «гибкие навыки», поскольку в условиях современного производства и образования велика роль коммуникации субъектов инженерно-технической и производственной деятельности.

С позиции оценивания результативности STEM-образования представляет интерес статья [34]. Её авторы на основе систематизации научных исследований в области STEM-образования, отмечая отсутствие единого определения STEM-компетенций, приводят несколько трактовок. Наиболее точной и лаконичной мы считаем трактовку STEM-компетенций как «показателей, отражающих результаты освоения STEM-дисциплин» [34, с. 50]. Структура STEM-компетенций отражена в определении: «междисциплинарный феномен, основанный на совокупности навыков *hard* и *soft skills*, дополненных навыками, специфичными для конкретной профессии» [34, с. 50]. Поэтому перечень формируемых у обучающихся STEM-компетенций целесообразно дополнить следующими: адаптивность, стрессоустойчивость, навыки решения нестандартных задач, способность к метапознанию, системное мышление, навыки самоменеджмента, способность работать в команде, цифровые компетенции и жизненные навыки [34, с. 50–52]. На основе анализа представленных в статье моделей формирования STEM-компетенций выделен критерий сравнения политехнического и STEM-образования – «*инструменты формирования ЗУН и компетенций*». Для политехнического образования такими инструментами являются изучение основ техники, производительный труд в школьных мастерских (Н.К. Крупская), коллективный труд (А.С. Макаренко); для STEM-образования – «контекстное инженерное образование, проблемное и активное обучение, проектное обучение» [34, с. 55]. Обучение робототехнике как один из востребованных инструментов формирования STEM-компетенций находит подтверждение в научных публикациях, в частности в статье [35, с. 84].

Заключение. Ретроспективный анализ технического образования свидетельствует о длительной истории его развития. Первые объекты технической деятельности людей появились еще в Древнем мире, но специально организованного, целенаправленного обучения технической деятельности не существовало. В Средние века зарождается ремесленная деятельность, направленная на производство изделий в определенной сфере на основе традиционных знаний и практических навыков, которые передавались от мастера к ученику в процессе выполнения трудовой деятельности; обучение было индивидуальным. Следующий этап – период машинного производства, начало которому было положено достижениями первой промышленной революции. В основе машинного производства лежала инженерная деятельность, основанная на научных знаниях и проектировании, которая в дальнейшем трансформировалась в профессиональную, и подготовка к ней стала осуществляться в специальных учебных заведениях. Вторая промышленная революция, связанная с распространением электричества и внедрением конвейера, положила начало поточному производству. Третья – способствовала внедрению систем автоматизированного проектирования производственных процессов, переходу к возобновляемым источникам энергии, внедрению компьютеров в производство, переходу к цифровому аддитивному производству. В начале XXI века с началом четвертой промышленной революции внедрение цифровых технологий привело к развитию «Индустрии 4.0» (внедрение «умной экономики», «умных заводов», нанотехнологий, биотехнологий).

На основе теоретического анализа научных трудов по STEM-образованию и анализа работ по политехническому образованию выделены критерии сравнения политехнического и STEM-образования: *вид деятельности; необходимые ЗУН и компетенции; методологическая основа; инструменты формирования ЗУН и компетенций*. Признаки, характеризующие, политехническое и STEM-образование во многом сходны: общими для них являются связь обучения с производством, естественно-научными дисциплинами и математикой; направленность на формирование навыков работы с технологическим инструментом и оборудованием. Различаются признаки по критерию «инструменты формирования ЗУН и компетенций»: для политехнического образования такими инструментами являются изучение основ техники, производительный труд в школьных мастерских (Н.К. Крупская), коллективный труд (А.С. Макаренко); для STEM-образования – контекстное инженерное образование, проблемное и активное обучение, проектное обучение. В целом имеющиеся различия обусловлены особенностями «Индустрии 4.0», характерными для STEM-образования: его результаты выражаются в компетенциях (в отличие от ЗУН для политехнического); его методология дополняется трансдисциплинарным подходом, предполагающим формирование метакомпетенций и «гибких навыков» обучающихся; для него свойственна инженерно-техническая деятельность, осуществляемая с опорой на науку, проектирование и современные цифровые технологии, включая искусственный интеллект (в отличие от технической деятельности для политехнического образования). Таким образом, можно констатировать, что STEM-образование представляет собой новый этап развития политехнического образования в условиях «Индустрии 4.0» и определяет перспективы развития технического образования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана, г. Астана, 14 декабря 2012 года.** Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – [Электронный ресурс] – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1200002050> (дата обращения 20.03.2025).
2. **Выступление К.-Ж.К. Токаева в Мажилисе 11 января 2022 года** [Электронный ресурс] – URL: <https://yandex.ru/video/preview/68127104307564486> (дата обращения 20.03.2025).
3. **О мерах по реализации предвыборной программы Президента Республики Казахстан «Благополучие для всех! Преемственность. Справедливость. Прогресс» и предложений, полученных в ходе общенациональной акции «Бірге» Указ Президента Республики Казахстан от 19 июня 2019 года № 27.** [Электронный ресурс] – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U190000027U> (дата обращения 10.02.2025).
4. **Атлас новых профессий и компетенций Казахстана** [Электронный ресурс] – URL: <https://atlasbt.enbek.kz/journals> (дата обращения 15.02.2025).
5. **Об утверждении Концепции развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023 – 2029 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 248.** Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – [Электронный ресурс] – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000248> (дата обращения 15.02.2025).
6. **Краевский, В.В. Общие основы педагогики: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений** [Текст] / В.В. Краевский. – 4-е изд. – М.: Академия, 2008. – 256 с.
7. **Научно-технический прогресс. Словарь** [Текст] / Под ред. Р.Г. Яновского и др. – М.: Политиздат, 1987. – 366 с.
8. **Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III с изменениями с 2008 по 2025 гг.** Информационно-правовая система нормативных правовых актов

Республики Казахстан «Әділет». [Электронный ресурс] – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319_ (дата обращения 10.02.2025).

9. **Советский энциклопедический словарь** [Текст] / Гл. ред. А.М. Прохоров. – 2-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1982. – 1600 с.

10. **Педагогический словарь** [Текст] / авторы-составители И.П. Андриади, С.Ю. Темина. М.: ИНФРА-М, 2017. – 224 с.

11. **Федерякин, В.Н. Целочисленные отношения в архитектуре Древней Греции VI-V вв. до н.э.** [Текст]: автореф. дис. ... кандидата архитектуры 18.00.01 – Москва, 1984. – 24 с. URL: <https://www.dissercat.com/content/tselochislennye-otnosheniya-v-arkhitecture-drevnei-gretsii-vi-v-vv-do-ne-tom-1> (дата обращения 10.01.2025).

12. **Петрова, Н.Ю. Неолитическая керамика Загроса и Северной Месопотамии как исторический источник (техничко-технологическое исследование)** [Текст]: автореф. дис. ... кандидата исторических наук: 5.6.3. Археология. – Москва, 2021. – 27 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.dissercat.com/content/neoliticheskaya-keramika-zagrosa-i-severnoi-mesopotamii-kak-istoricheskii-istochnik-tehniko> (дата обращения 12.03.2025).

13. **Павлов, Н.Л. Как строились египетские пирамиды** [Pavlov N.L. How the Egyptian pyramids were built] [Текст] / Н.Л. Павлов // Architecture and Modern Information Technologies. 2022. № 4(61). С. 162–175. [Электронный ресурс] – URL: https://marhi.ru/AMIT/2022/4kvart22/PDF/11_pavlov.pdf (дата обращения 20.03.2025).

14. **Петров, В.П. Исторические этапы становления и развития техники: особенность проблемы и степень ее изучения** [Текст] / В.П. Петров // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12679> (дата обращения 02.03.2025).

15. **Бэкон, Ф. Сочинение в 2-х томах.** [Текст] / 2-е испр. и доп. изд. Т.1. Сост., общ.ред. и вступит. статья А.Л. Субботина. – М.: Мысль, 1977. – 567 с.

16. **Бэкон, Ф. Сочинение в 2-х томах.** [Текст] / 2-е испр. и доп. изд. Т.2. Сост., общ.ред. и вступит. статья А.Л. Субботина. – М.: Мысль, 1978. – 575 с.

17. **Шваб, К. Четвертая промышленная революция** [Текст] / К. Шваб – «Эксмо», 2016. – 138 с.

18. **Аверина, И.С. Эволюция феномена «промышленная революция»: предпосылки и факторы** [Текст] / И.С. Аверина // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2020. – Т. 22, № 4. – С. 18-25. – URL: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2020.4.2> (дата обращения 25.02.2025).

19. **Беллерс, Дж. Предложения об учреждении трудового колледжа всех полезных ремесел и сельского хозяйства с выгодой для богатых, изобильной жизнью для бедных и хорошим воспитанием для юношества, что будет выгодным для правительства, благодаря увеличению народонаселения и его богатств (1696)** [Электронный ресурс] – URL: <http://pedagogic.ru/books/item/f00/s00/z0000049/st021.shtml> (дата обращения 25.02.2025).

20. **Крупская, Н.К. Народное образование и демократия** [Текст] / Под ред. А.М. Арсеньева, Н.К. Гончарова, П.В. Руднева // Педагогические сочинения в 6-ти т. Т.1, М.: Педагогика, 1978. – 368 с.

21. **Ситдыков, А.С. Педагогические идеи и просветительная деятельность И. Алтынсарина** [Текст] / А.С. Ситдыков. – Алма-Ата: Учпедгиз, 1949. – 194 с.

22. **Бабанский, Ю.К. Избранные педагогические труды** [Текст] / Сост. М.Ю. Бабанский. – М.: Педагогика, 1989. – 585 с.

23. **Алеврас, Н.Н. Докторская диссертация в советской диссертационной системе: опыт защит в 1930-х – начале 1940-х годов** [Текст] / Н.Н. Алеврас, Н.В. Гришина // Научный диалог. – 2022. – Т. 11. – № 3. – С. 337–354. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/doktorskaya-dissertatsiya-v-sovetskoy-dissertatsionnoy-sisteme-opyt-zaschit-v-1930-h-nachale-1940-h-godov> (дата обращения 20.02.2025).

24. **Никольская, Г.Н. Вклад П.Р. Атутова в развитие всеобщего политехнического образования** [Текст] / Г.Н. Никольская, С.З. Занаев // Проблемы современного образования. – № 4. – 2021. – С. 92-106 [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vklad-p-r-atutova-v-razviti-vseobshchego-politehnicheskogo-obrazovaniya/viewer> (дата обращения 15.03.2025).

25. **Корецкий, М.Г. Развитие STEM-подхода в России и мире** [Текст] / М.Г. Корецкий, Л.Р. Тукаева – Гуманитарные и социальные науки. 2022. – Т. – 93. – № 4. – С. 148-153 [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-stem-podhoda-v-rossii-i-mire/viewer> (дата обращения 15.03.2025).

26. **Жанбулатова, Г.А. Развитие STEM обучения в естественно-научных предметах в рамках обновленного содержания образования** [Текст] / Г.А. Жанбулатова // 12-летнее образование. – 2022. – № 1. – С. 9-13.

27. **Караев, Ж.А. Дидактические вопросы развития системы образования на основе STEM-подхода** [Текст] / Ж.А. Караев, Г.Б. Бейсембаев, О.Б. Мазбаев – Білім. – 2022. – № 1(100). – С. 5-14.

28. Шумейко Т.С. Методологические основы STEM-образования [Текст] / Т.С. Шумейко // Вестник Академии Педагогических Наук Казахстана. – 2018. – № 6. – С. 58-64.
29. Искакова, А.Б. Трансдисциплинарный подход как ресурс развития у студентов метакогнитивных навыков при изучении физико-технических дисциплин [Текст] / А.Б. Искакова, К.А. Нурумжанова // Образование и наука. 2024.- Т.26, № 2. – С. 113-139. URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-2-113-139> (25.03.2025).
30. Андрюхина, Л.М. Инженерное мышление: векторы развития в контексте трансформации научной картины мира [Текст] / Л.М. Андрюхина, Б.Н. Гузанов, С.В. Анахов // Образование и наука. 2023. – Т. 25, № 8. – С. 12-48. – URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-8-12-48> (дата обращения 25.03.2025).
31. Тестов, В.А. Трансдисциплинарная роль физико-математических дисциплин в современном естественно-научном и инженерном образовании [Текст] / В.А. Тестов, Е.А. Перминов // Образование и наука. 2023. – Т. 25, № 7. – С. 14-43. – URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-7-14-43> (дата обращения 25.03.2025).
32. Sagindykova, G. The transformation of labor in the digital age: Matching skills to job requirements [Text] / G. Sagindykova, G. Mauina, A. Zholmukhanova, E. Adiyetova, A. Tasmaganbetov // International Journal of Innovative Research and Scientific Studies. 2025. – 8(5). – pp. 575-584.
33. Sudarsono, B. Improving student readiness for future professional activities: the Industry-Integrated Self-Design Project Learning (i-SDPL) model [Text] / B. Sudarsono, W. Saputra, F.A. Ghazali // The Education and science journal. 2025. – 27(6). – pp. 29-54. – URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2025-6-29-54> (дата обращения 25.03.2025).
34. Попова, И.Н. Факторы формирования STEM-компетенций в условиях профессионального образования: аналитический обзор зарубежных исследований [Текст] / И.Н. Попова, А.И. Сатдыков // Образование и наука. 2024. – 26(9). – с. 42-73. – URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-9-42-73> (дата обращения 25.03.2025).
35. Зайцева, С.А. Развитие образовательной робототехники: проблемы и перспективы [Текст] / С.А. Зайцева, В.В. Иванов, В.С. Киселев, А.Ф. Зубаков // Образование и наука. 2022. – (2). – с. 84-115. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-2-84-115>.

REFERENCES:

1. Strategiya «Kazakhstan-2050»: novy'j politicheskij kurs sostoyavshegosya gosudarstva. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazakhstan Lidera Nacii N.A. Nazarbaeva narodu Kazakhstan, g. Astana, 14 dekabrya 2012 goda [Kazakhstan-2050 Strategy: A New Political Course for a Mature State. Address by President of the Republic of Kazakhstan – Leader of the Nation Nursultan Nazarbayev to the People of Kazakhstan, Astana, December 14, 2012]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1200002050> (accessed 20 March 2025). (In Russian).
2. Vy'stuplenie K.- Zh.K. Tokaeva v Mazhilise 11 yanvarya 2022 goda [Speech by K.-J.K. Tokayev in the Mazhilis on January 11, 2022]. Available at: <https://yandex.ru/video/preview/68127104307564486> (accessed 20 March 2025) (In Russian).
3. O merah po realizacii predvy'bornej programmy' Prezidenta Respubliki Kazakhstan «Blagopoluchie dlya vseh! Preemstvennost'. Spravedlivost'. Progress» I predlozhenij, poluchenny'h v hode obshhenacional'noj akcii «Birge» Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan ot 19 iyunya 2019 goda № 27 [On measures to implement the election program of the President of the Republic of Kazakhstan "Prosperity for All! Continuity. Justice. Progress" and proposals received during the nationwide campaign "Birge" (Decree of the President of the Republic of Kazakhstan No. 27 dated June 19, 2019)]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U190000027U> (accessed 10 February 2025). (In Russian).
4. Atlas novy'h professij i kompetencij Kazakhstan [Atlas of new professions and competencies in Kazakhstan]. Available at: <https://atlasbt.enbek.kz/journals> (accessed 15 February 2025). (In Russian).
5. Ob utverzhdenii Konceptii razvitiya vy'sshego obrazovaniya i nauki v Respublike Kazakhstan na 2023 2029 gody'. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 28 marta 2023 goda № 248. [On approval of the Concept for the Development of Higher Education and Science in the Republic of Kazakhstan for 2023–2029. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated March 28, 2023 No. 248]. Available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000248> (accessed 15 February 2025). (In Russian).
6. Kraevskij V.V. Obshhie osnovy' pedagogiki: uchebnoe posobie dlya studentov vy'sshih uchebny'h zavedenij [General foundations of pedagogy: a teaching aid for students of higher educational institutions]. Moscow, Akademiya, 2008, 256 p. (In Russian)
7. Nauchno-tehnicheskij progress. Slovar' [Scientific and technological progress. Dictionary]. Moscow, Politizdat, 1987, 366 p. (In Russian)
8. Zakon Respubliki Kazakhstan «Ob obrazovanii» ot 27 iyulya 2007 goda № 319-III s izmeneniyami s 2008 po 2025 gg. [Law of the Republic of Kazakhstan "On Education" dated July 27, 2007

- No. 319-III, as amended from 2008 to 2025]. Available at: https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319_ (accessed 10 February 2025). (In Russian)
9. **Sovetskij e'nciklopedicheskij slovar'** [Soviet Encyclopedic Dictionary]. Moscow, Sovetskaya e'nciklopediya, 1982, 1600 p. (In Russian)
 10. **Pedagogicheskij slovar'** [Pedagogical dictionary]. Moscow, INFRA-M, 2017, 224 p. (In Russian)
 11. **Federyakin V.N. Celochislennyye otnosheniya v arhitekture Drevnej Grecii VI-V vv. do n.e'.** [Integer relations in the architecture of Ancient Greece of the 6th-5th centuries BC]. Abstract from PhD thesis, Moscow, 1984, 24 p. Available at: <https://www.dissercat.com/content/tselochislennyye-otnosheniya-v-arkhitekture-drevnei-gretsii-vi-v-vv-do-ne-tom-1> (accessed 10 January 2025). (In Russian)
 12. **Petrova N.Yu. Neoliticheskaya keramika Zagrosa i Severnoj Mesopotamii kak istoricheskij istochnik (tehniko-tehnologicheskoe issledovanie)** [Neolithic ceramics of Zagros and Northern Mesopotamia as a historical source (technical and technological research)]. Abstract from PhD thesis, Moscow, 2021, 27 p. Available at: <https://www.dissercat.com/content/neoliticheskaya-keramika-zagrosa-i-severnoi-mesopotamii-kak-istoricheskii-istochnik-tehniko> (accessed 12 March 2025). (In Russian)
 13. **Pavlov N.L. Kak stroilis' egipetskie piramidy'** [How the Egyptian pyramids were built]. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2022, no. 4(61), pp. 162-175. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2022/4kvart22/PDF/11_pavlov.pdf (accessed 20 March 2025). (In Russian)
 14. **Petrov V.P. Istoricheskie e'tapy stanovleniya i razvitiya tekhniki: osobennost' problemy i stepen' eyo izucheniya** [Historical stages of formation and development of technology: particular problems and the extent of its study] *Sovremennyye problemy' nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 2. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12679> (accessed 02 March 2025). (In Russian)
 15. **Bekon F. Sochinenie v 2-h tomah** [Works in 2 volumes]. Moscow, My'sl', 1977, vol.1, 567 p. (In Russian)
 16. **Bekon F. Sochinenie v 2-h tomah** [Works in 2 volumes]. Moscow, My'sl', 1977, vol.2, 567 p. (In Russian)
 17. **Shvab K. Chetvertaya promy'shlennaya revolyuciya** [The fourth industrial revolution]. 2016, 138 p. (In Russian)
 18. **Averina I.S. E'volyuciya fenomena «promy'shlennaya revolyuciya»: predposy'лки i faktory'** [Evolution of the phenomenon of "industrial revolution": prerequisites and factors]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. E'konomika*, 2020, vol. 22, no. 4., pp. 18- 25. <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2020.4.2>. (In Russian)
 19. **Bellers Dzh. Predlozheniya ob uchrezhdenii trudovogo kolledzha vseh polezny'h remesel i sel'skogo hozyajstva s vy'godoy dlya bogaty'h, izobil'noj zhizn'yu dlya bedny'h i horoshim vospitaniem dlya yunoshstva, chto budet vy'godny'm dlya pravitel'stva, blagodarya uvelicheniyu narodonaseleniya i ego bogatstv (1696)** [Proposals for the establishment of a vocational college of all useful crafts and agriculture, promising profit for the wealthy, an abundant life for the poor, and proper upbringing for the youth, to the benefit of the government through the growth of population and prosperity (1696)]. Available at: <http://pedagogic.ru/books/item/f00/s00/z0000049/st021.shtml> (accessed 25 February 2025). (In Russian)
 20. **Krupskaya N.K. Narodnoe obrazovanie i demokratiya** [Public education and democracy]. Collected pedagogical writings in six volumes, vol.1, Moscow, Pedagogika, 1978, pp. 155- 239. (In Russian)
 21. **Sitdykov A.S. Pedagogicheskie ideii prosvetitel'naya deyatel'nost' I. Altynsarina** [Pedagogical ideas and educational activities of I. Altynsarina]. Alma-Ata, Uchpedgiz, 1949, 194 p. (In Russian)
 22. **Babanskij Yu.K. Izbranny'e pedagogicheskie trudy'** [Selected pedagogical works]. Moscow, Pedagogika, 1989, 585 p. (In Russian)
 23. **Alevras N.N. Doktorskaya dissertaciya v sovetskoj dissertacionnoj sisteme: opy't zashhit v 1930-h – nachale 1940-h godov** [Doctoral dissertation in the Soviet dissertation system: experience of defenses in the 1930s – early 1940s]. *Nauchny'j dialog*, 2022, vol. 11, no. 3, pp. 337-354. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/doktorskaya-dissertatsiya-v-sovetskoy-dissertatsionnoy-sisteme-opyt-zaschit-v-1930-h-nachale-1940-h-godov> (accessed 20 February 2025). (In Russian)
 24. **Nikolskaya G.N. Vklad P.R. Atutova v razvitie vseobshhego politehnicheskogo obrazovaniya** [The contribution of P.R. Atutov to the development of general polytechnic education]. *Problemy' sovremennogo obrazovaniya*, 2021, no. 46, pp. 92-106. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vklad-p-r-atutova-v-razvitie-vseobshchego-politehnicheskogo-obrazovaniya/viewer> (accessed 15 March 2025). (In Russian)
 25. **Koreckij M.G. Razvitie STEM-podhoda v Rossii mire** [Development of the STEM approach in Russia and the world]. *Gumanitarnyye i social'ny'e nauki*, 2022, vol. 93, no. 4, pp. 148-153. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-stem-podhoda-v-rossii-i-mire/viewer> (accessed 15 March 2025). (In Russian)
 26. **Zhanbulatova G.A. Razvitie STEM obucheniya v estestvenno-nauchny'h predmetah v ramkah obnovlennogo sodержaniya obrazovaniya** [Development of STEM education in natural science

subjects within the framework of the updated educational content]. *12-letnee obrazovanie*, 2022, no. 1, pp. 9-13. (In Russian)

27. **Karaev Zh.A. Didakticheskie voprosy' razvitiya sistemy' obrazovaniya na osnove STEM-podhoda** [Didactic issues of development of the STEM-based education system]. *Bilim*, 2022, no. 1(100), pp. 5-14. (In Russian)

28. **Shumejko T.S. Metodologicheskie osnovy' STEM-obrazovaniya** [Methodological foundations of STEM education]. *Vestnik Akademii Pedagogicheskikh Nauk Kazakhstana*. 2018, no. 6, pp.58-64. (In Russian)

29. **Iskakova A.B., Transdisciplinarny'j podhod kak resurs razvitiya u studentov metakognitivny'h navy'kov pri izuchenii fiziko-tehnicheskikh discipline** [Transdisciplinary approach as a resource for developing students' metacognitive skills in studying physical and technical disciplines]. *Obrazovanie i nauka*, 2024, vol. 26, no. 2, pp. 113-139. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-2-113-139>. (In Russian)

30. **Andryuhina L.M. Inzhenernoe my'shlenie: vektory' razvitiya v kontekste transformacii nauchnoj kartiny' mira** [Engineering thinking: development vectors in the context of the transformation of the scientific picture of the world]. *Obrazovanie i nauka*. 2023, vol. 25, no. 8, pp.12-48. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-8-12-48>. (In Russian)

31. **Testov V.A. Transdisciplinarnaya rol' fiziko-matematicheskikh disciplin v sovremennom estestvenno-nauchnom i inzhenernom obrazovanii** [Transdisciplinary role of physical and mathematical disciplines in modern natural science and engineering education]. *Obrazovanie i nauka*, 2023, vol. 25, no. 7, pp. 14-43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-7-14-43>. (In Russian)

32. **Sagindykova G. The transformation of labor in the digital age: Matching skills to job requirements.** *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 2025, no. 8(5), pp. 575-584. Available at: www.ijirss.com (accessed: 25.03.2025). (In Russian)

33. **Sudarsono B. Improving student readiness for future professional activities: the Industry-Integrated Self-Design Project Learning (i-SDPL) model.** *The Education and science journal*. 2025, 27(6), pp. 29-54. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2025-6-29-54>. (In Russian)

34. **Popova I.N. Faktory' formirovaniya STEM-kompetencij v usloviyah professional'nogo obrazovaniya: analiticheskij obzor zarubezhny'h issledovanij** [Factors in the formation of STEM competencies in the context of vocational education: an analytical review of foreign studies]. *Obrazovanie i nauka*, 2024, no. 26(9), pp.42-73. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2024-9-42-73>. (In Russian)

35. **Zajceva S.A. Razvitie obrazovatel'noj robototekhniki: problemy' i perspektivy'** [Development of educational robotics: problems and prospects]. *Obrazovanie i nauka*. 2022, no. 24(2), pp.84-115. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-2-84-115>. (In Russian)

Сведения об авторе:

Шумейко Татьяна Степановна – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, профессор кафедры физики, математики и цифровых технологий, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, Байтұрсынова, 47, тел.: 87756125364, e-mail: T.Shoomeyko@mail.ru.

Шумейко Татьяна Степановна – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Физика, математика және цифрлық технологиялар кафедрасының профессоры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, 110000 Қостанай қ., Байтұрсынов көш, 47, тел. 87756125364, e-mail: T.Shoomeyko@mail.ru.

Shumeiko Tatyana Stepanovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of physics, mathematics and digital technologies, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 Baitursynov Str., tel.: 87756125364, e-mail: T.Shoomeyko@mail.ru.