

МРНТИ 27.01.45

УДК 372.851

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_1_156

РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В РАЗВИТИИ STEM ОБРАЗОВАНИЯ

Ожибаева З.М. – докторант Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова, г.Кокшетау, Казахстан.*

Абдолдинова Г.Т. – к.п.н., доцент кафедры «Информационные технологии» Казахского университета технологии и бизнеса, г.Астана, Казахстан.

В последнее десятилетие повышенное внимание уделяется интеграции образования в области естественных наук, технологии, инженерии и математики (STEM). Современному учителю математики основной и старшей школы важно понять роль математики как учебной дисциплины в развитии STEM-образования.

Практичные, содержательные и разнообразие стратегии обучения могут способствовать развитию мышления высокого уровня и навыков 21 века в преподавании и обучении математике.

Исследования, направленные на интеграцию STEM, находятся в зачаточном состоянии. Пока нет четкого понимания роли отдельных предметов в интегрированной STEM. Хотя широко признано, что математика лежит в основе всех других дисциплин STEM, есть доказательства того, что она играет заниженную роль в интегрированном STEM-образовании.

В статье на основе современных публикаций выясняется роль математики в междисциплинарном STEM-образовании, включая обобщение и анализ исследований, проведенных за последние десять лет; обсуждается интеграция предметов STEM с упором на математику (интегрированный STEM); описываются продуктивные модели интегрированного STEM, подчеркивается, как STEM образование в целом и математическое образование в частности могут способствовать лучшей подготовке людей к вызовам двадцать первого века.

Ключевые слова: математика; интеграция; междисциплинарный подход; модель; STEM-образование.

THE ROLE OF MATHEMATICS IN THE DEVELOPMENT OF STEM EDUCATION

Ozhibayeva Z.M. – PhD student of Sh.Ualikhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan.*

Abdoldinova G.T. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of information technologies, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan.

In the last decade, increased attention has been paid to the integration of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. It is important for a modern mathematics teacher in elementary and high school to understand the role of mathematics as an academic discipline in the development of STEM education.

Practical, meaningful and varied learning strategies can foster high-level thinking and 21st century skills in teaching and learning mathematics.

Research towards integrating STEM is currently in its in embryonic state. So far, there is no clear understanding of the role of individual subjects in integrated STEM. While it is widely accepted that mathematics is at the core of all other STEM disciplines, it is evident that it plays an underestimated role in integrated STEM education.

The article, based on contemporary publications, examines the role of mathematics in interdisciplinary STEM education, including a synthesis and analysis of research conducted over the past ten years; discusses the integration of STEM subjects with an emphasis on mathematics (integrated STEM); describes the effective models of integrated STEM and underscores how STEM education in general and mathematics education in particular can better prepare people for the challenges of the twenty-first century.

Key words: mathematics; integration; interdisciplinary approach; model; STEM education.

STEM БІЛІМ БЕРУДІ ДАМЫТУДАҒЫ МАТЕМАТИКАНЫҢ РӨЛІ

Ожибаева З.М. – Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің докторанты, Көкшетау, Қазақстан.*

Абдолдинова Г.Т. – п.ғ.к., Қазақ технология және бизнес университетінің ақпараттық технологиялар кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан.

Соңғы онжылдықта ғылым, технология, инженерия және математика (STEM) бойынша білімнің интеграциясына көбірек көңіл бөлінді. Негізгі және орта мектептің заманауи математика мұғалімі үшін STEM білім беруді дамытудағы оқу пәні ретінде математиканың рөлін түсіну маңызды.

Практикалық, мазмұнды және әртүрлі оқыту стратегиялары математиканы оқыту мен оқуда жоғары деңгейлі ойлау мен 21 ғасыр дағдыларын дамытуға көмектеседі.

STEM интеграциясы бойынша зерттеулер бастапқы кезеңде. Өзірге интеграцияланған STEM-де жеке пәндердің рөлі туралы нақты түсінік жоқ. Математика барлық басқа STEM пәндерінің негізі болып табылатыны кеңінен мойындалғанымен, оның интеграцияланған STEM білімінде төмен рөл атқаратындығы туралы дәлелдер бар.

Заманауи басылымдарға сүйене отырып, мақалада пәнаралық STEM білім берудегі математиканың рөлі нақтыланады, оның ішінде соңғы он жылда жүргізілген зерттеулердің қорытындысы мен талдауы; математикаға басты назар аударып, STEM пәндерінің интеграциясы талқыланады (интеграцияланған STEM); интеграцияланған STEM-нің өнімді модельдері сипатталған, жалпы STEM білім беру және атап айтқанда математикалық білім адамдарды жиырма бірінші ғасырдағы шақыртуларға жақсырақ дайындауға қалай үлес қоса алатыны көрсетілген.

Түйінді сөздер: математика; интеграция; пәнаралық көзқарас; модель; STEM білім беру.

Введение

Наука, технология, инженерия, математика (STEM) была признана педагогами важной образовательной целью в 21 веке. STEM подход обеспечивает новое видение образования, поощряя школьных учителей вовлекать учащихся в задачи решения проблем, критического мышления и творческого мышления, используя знания и навыки, полученные из нескольких дисциплин.

В то время как эффективность STEM была признана педагогами, также были обозначены проблемы ее применения в школьных условиях, такие, как трудности в разработке междисциплинарных задач и измерении успеваемости учащихся. Отсутствие или несогласованность школьных программ STEM способствует недостаточному пониманию того, что такое STEM и что программы STEM должны включать. Также нет однозначного мнения о роли математики в STEM.

Цель исследования – определить роль математики в междисциплинарном STEM-образовании.

Задачи исследования:

1) изучить и проанализировать отечественную и зарубежную научную литературу о роли математики в интегрированном STEM обучении;

2) описать продуктивные модели интегрированного STEM.

Методы исследования

Для достижения цели научного исследования проведен анализ отечественной и зарубежной научной литературы о развитии STEM-образования, о роли математики в интегрированном STEM обучении, а также обобщение и систематизация результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых по определению содержания математической составляющей STEM обучения, практики преподавания STEM учителями математики.

Результаты / Обсуждение

В педагогических научных исследованиях последних лет перспектива науки часто находится в центре внимания, а математика остается на заднем плане. Часто математика играет служебную роль в учебном опыте, связанном с наукой, в качестве вспомогательной дисциплины.

Тем не менее необходимо отметить, что математика является основой, на которой базируются другие дисциплины STEM.

Анализируя научную литературу, Marion Ben-Jacob в своем исследовании утверждает, что математика имеет решающее значение для дисциплин STEM [1, с.1]. Чем на более раннем этапе обучения заинтересовать учеников математикой и сделать их успешными в предмете, тем большими будут их достижения в будущем. Используя инновационные стратегии, можно сделать математику успешной для всех учащихся. Нужно заинтересовать учащихся, чтобы они захотели заниматься математикой и естественными науками, технологиями и инженерией.

Обсудим природу STEM-образования более подробно и способы повышения роли математики в STEM-образовании. В 1990-х годах Национальный научный фонд объединил науку, технологии, инженерию и математику, чтобы создать аббревиатуру STEM. На самом деле дисциплины изначально были объединены с помощью аббревиатуры SMET (Science Mathematics Engineering and Technology), но в конечном итоге она была изменена на STEM по фонетическим причинам. Хотя этот термин в настоящее время прочно укоренился, продолжают звучать призывы к необходимости прояснить, что подразумевается под STEM-образованием, и прийти к некоторому согласию относительно того, что характеризует это образование.

Следовательно определяем, что практически все исследователи рассматривают современный образовательный феномен как повышение качества понимания обучающимися дисциплин, относящихся к науке, технологии, инженерии и математике. Это основа подготовки сотрудников в области

высоких технологий: IT-специалистов, программистов, инженеров, специалистов высокотехнологичных производств, которых в будущем будет резко не хватать. Спрос в мире на STEM-образование растет. Появляются школы с интегративным подходом, где нет биологии, физики, химии и математики как отдельных предметов. Их преподают в связи друг с другом. Выпускники таких школ востребованы в корпорациях. Для потенциального работодателя играет роль междисциплинарная гибкость. Важно, чтобы сотрудник воспринимал поставленную задачу как проект и системно подходил к реализации.

STEM-модель объединяет в единую систему естественные науки и инженерные предметы и учит работать над проектом на стыке этих дисциплин.

С момента, когда был введен термин «STEM», было предпринято множество попыток улучшить преподавание и обучение STEM во всем мире. С выпуском программных документов STEM по всему миру внедрение STEM в образование было сосредоточено на междисциплинарном или интегрированном обучении, обычно называемом «интегрированным обучением STEM», а не на отдельных дисциплинарных подходах к преподаванию естественных наук, технологий, инженерии и математики.

Таким образом, педагогические возможности междисциплинарного и интегрированного подхода STEM могут появиться в результате сотрудничества преподавателей различных дисциплин STEM, что приведет к интегрированному научнообоснованному подходу STEM. Различные дисциплины, связанные с предметами STEM, преподаются и изучаются по-разному, и это говорит об уникальном педагогическом подходе. Учителя обычно ориентированы на свои дисциплины, поскольку они находятся в своей зоне комфорта и сопротивляются внесению изменений. Жизненно важен конструктивистский подход, при котором знания преподавателя о педагогическом содержании и знания о содержании дисциплин обеспечивают эволюцию и развитие интегрированных знаний в практике. Это большой шаг, требующий усилий и подхода к интеграции на основе темы.

Изучая отечественный и зарубежный опыт внедрения STEM-образования, можно утверждать, что большинство ученых считают, что математика является основой в STEM-обучении.

STEM – образование – это возможность включить внимание учащихся к предмету математики, используя сформировавшийся у них интерес в других областях знаний. Математика, с другой стороны, предлагает универсальный инструмент для описания и оценки, а также для моделирования реальных жизненных ситуаций. Каждый учитель естествознания должен обладать базовыми математическими навыками, которые необходимы для его основного предмета, и, наоборот, каждый учитель математики должен воспринимать знания и информацию из других наук как уместную мотивацию, подчеркивающую «полезность» математики. Краткие сжатые задачи из реальной жизни в учебниках математики обычно представляют собой информацию вне контекста о некоторых явлениях и ситуациях. Поэтому такие задачи не очень популярны ни среди учителей, ни среди учащихся, и поэтому часто полностью опускаются.

За последнее десятилетие научных исследований в области образования обсуждали STEM в первую очередь с точки зрения науки, в то время как математика была второстепенной в обучении. В современном обучении необходимо отметить, что следует уделять больше внимания математике, последней, но не менее важной букве в термине STEM. Здесь необходимо отметить математику как средство междисциплинарных дисциплин, во-вторых, приложения из науки и техники обычно основаны на математических моделях. В третьих, выявление и совместное использование основных математических характеристик позволяет пользователям интерпретировать существующие результаты и, при необходимости, применять их к контекстам, которые отличаются от тех, в которых они были первоначально разработаны.

Ученые исследователи в этой области выделяют семь ключевых характеристик интегрированной STEM [2, с.3]:

- а) сосредоточенность на реальных проблемах;
- б) центральное место инженерии;
- в) интеграция контекста;
- г) интеграция контента;
- д) практики STEM;
- е) навыки двадцать первого века;
- г) информирование обучающихся о карьере STEM.

Естественно возникли различные дискуссии и подходы к выводу, как математика должна быть интегрирована в STEM и какую роль должна играть математика.

Таким образом, из полученных противоречий выявилась необходимость показать роль математики, которая сосредоточена на выявлении примерных подходов к интеграции математики в STEM-образование. Например, в южногерманской земле Бавария существует предмет, который сочетает в себе технологии и естественные науки в 5-7 классах. Этот предмет направлен на создание основы естественнонаучного, технического/инженерного образования и компьютерных наук путем объединения этих предметов в один. Однако, несмотря на то, что предмет объединяет эти дисциплины, сам предмет преподается с отдельными акцентами на биологию, пропедевтическую химию, информатику

и физику. Этот предмет преподается в пятом-седьмом классе обычно учителями биологии, физики или географии без центральной роли математики [3, с.2].

Коллектив авторов в исследовании, касающемся роли математики в классах STEM, смогли определить предварительные первые признаки «М» в STEM, чтобы последовательно интегрировать «М» в STEM. Здесь к математике относят в основном оперативную работу, например, вычисление площади и объема, а часть решения задач отводят другим дисциплинам [3, с.16].

Интеграцию предметов в STEM-образовании можно охарактеризовать по-разному: во-первых, как степень интеграции; во-вторых, как структура интеграции. Авторы [3, с.3] описывают пять разных подходов к внедрению STEM в школах, как показано на рисунке 1.

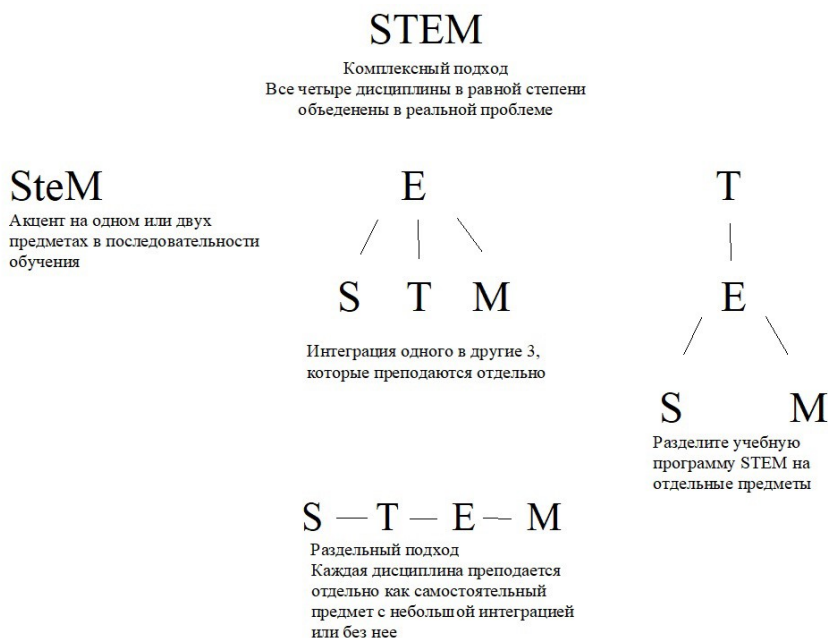


Рисунок 1 – Подходы к внедрению STEM.

Интеграция STEM, обучение и преподавание в 21 веке должны выйти за рамки традиционных способов предоставления знаний и запоминания, к тому, где учащиеся берут на себя больше ответственности за обучение, а учитель выступает в качестве посредника в деятельности [4, с.1542].

Интеграция отдельных дисциплин важна для развития у учащихся STEM-грамотности – способности понимать и применять содержание STEM-дисциплин для решения реальных проблем. Чтобы сделать это эффективно, необходимо использовать междисциплинарные подходы, чтобы ориентировать учащихся на проблемно-ориентированное обучение.

В настоящее время не существует общепринятого мнения о том, относится ли STEM-образование к продвижению знаний в рамках отдельных предметов или к междисциплинарному подходу к обучению. Эти дебаты продолжаются в контексте, в котором хорошо известно, что большинство применений STEM в реальной жизни и в мире труда носят междисциплинарный характер [5, с.2].

Например, взаимосвязь между площадью поверхности и объемом можно было бы изучить с точки зрения физической химии, изучив, как сахар растворяется в кофе, или с биологической точки зрения, почему пингины в холодных районах крупнее, чем в более теплых районах. Обе точки зрения должны касаться основополагающей математической концепции отношения площади поверхности к объему.

Если цель STEM-образования состоит в том, чтобы помочь учащимся связать ключевые идеи из разных дисциплин, жизненно важно, чтобы происхождение знаний из разных дисциплин было явным.

Интеграция дисциплин STEM обычно приводит к доминированию одной дисциплины над другой. Например, инженерия является доминирующей дисциплиной при изучении робототехники, инженерного проектирования. Напротив, математика, является дисциплиной, которая, хотя и признается основой науки, технологии и инжиниринга, часто недостаточно представлена в интегрированных мероприятиях, основанных на STEM.

Исследователи видят три возможности для повышения роли математики в области STEM. В своей научной работе они включают соединение обучения STEM со следующим [5, с.5]:

- 1) приобретением навыков двадцать первого века;
- 2) осмысленное включение математического моделирования в школьное образование;
- 3) воспитание ответственного гражданства.

Адаптируемое, гибкое критическое мышление и рассуждения, способность искать и интерпретировать информацию, общаться и сотрудничать с другими в контексте культурных, социальных и этических обязательств являются ключевыми аспектами навыков двадцать первого века.

Математическое моделирование – это интерактивный процесс, который включает в себя открытые практические задачи из реального мира, которые учащиеся понимают с помощью математики, используя предположения, приближения и множественные представления [6, с.7].

Как обучение математике, так и изучение социально-научных вопросов с помощью моделирования являются путями воспитания ответственной гражданственности. Соответственно, подход к воспитанию ответственной гражданственности с одной из этих образовательных точек зрения может способствовать повышению роли математики в области STEM.

Интегрированная модель STEM, представляет собой попытку объединить по крайней мере две из четырех дисциплин науки, технологии, инженерии и математики в класс, модуль или урок, основанный на связях между предметами и реальным миром. Кроме того, интегрированное образование в области STEM – это подход, который строится на естественных связях между предметами STEM с целью: а) улучшения понимания учащимися каждой дисциплины путем опоры на предварительные знания учащихся; б) расширение понимания учащимися каждой дисциплины посредством знакомства с социально значимыми контекстами STEM; в) сделать дисциплины и профессии STEM более доступными и интересными для учащихся [6, с.1].

В результате исследования, проводимого нами, были получены положительные результаты, которые подтверждают пользу интегрированного подхода STEM. Основными обнаруженными преимуществами были:

- на уровне начальных классов развитие математического понимания или применение математики в реальных задачах;
- повышение успеваемости по математике, а также развитие понимания математики и повышенный интерес к областям STEM;
- на уровне выпускников у учащихся повысилась вовлеченность, мотивация и математические достижения.

Интегрированное STEM-образование иногда может рассматриваться как более подходящее для учащихся с высокими достижениями, но исследования показали, что учащиеся с низким уровнем успеваемости по математике или те, кто меньше интересуется STEM, могут быть успешными и могут извлечь из этого подхода еще больше пользы. В целом оно должно использоваться только тогда, когда между предметами есть естественные связи и когда есть актуальные темы из реального мира, которые можно использовать.

STEM интегрирует математику посредством контента (охвачено содержание как минимум двух предметов), либо посредством контекста (использование контекста одного предмета для изучения другого предмета при сохранении строгости последнего).

Пример. 1) Вы выпиваете одну чашку кофе с 90 мг кофеина, сколько времени требуется, чтобы осталось четверть дозы? 2) В 1999 г. было измерено количество 84 г. цезия. Сколько останется в 2020 году? В обоих примерах предполагается, что базовая математическая модель известна учащимся, в то время как контексты STEM различаются. Этот аспект указывает на роль математики в STEM-образовании как инструмента общего применения и моделирования для получения знаний и управления процессами в различных научных контекстах.

Stohlmann Micah представляет три основных области, в которых нужно сделать акцент на том, как наилучшим образом внедрить интегрированный STEM: задачи инженерного проектирования, математическое моделирование и открытая или основанная на играх математика, интегрированная с технологиями. В обсуждаемых исследованиях наиболее распространенной моделью, интегрированной STEM, была интеграция всех четырех предметов. Проблемы инженерного проектирования часто используются в качестве средства интеграции четырех составляющих предметных областей STEM [6, с.7].

Любая программа STEM, включая внешкольную деятельность, должна поддерживать и совершенствовать содержание школьной математической программы, гарантируя, что учебное время по математике не будет нарушено. Хорошо разработанная и эффективная программа STEM должна иметь сильный математический компонент, сильный научный компонент и много возможностей использовать математическое и научное мышление, рассуждения и моделирование в различных дисциплинах для решения реальных проблем, касающихся всех дисциплин STEM. Таким образом, математика как дисциплина, а также как интегративная деятельность, объединяющая все дисциплины STEM, должна быть частью любой программы STEM. Следует создать STEM программу, в которой будут выделены основные темы и указано, какие компетентности предполагаются. Учителя, преподающие STEM-дисциплины интегративно, должны быть специально подготовлены, поскольку обучение на основе проблем реальной жизни, часто требует надлежащих знаний в области природы и в педагогике, то есть должны быть разработаны отдельные образовательные программы.

Национальный совет по математике (<https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Building-STEM-Education-on-a-Sound-Mathematical-Foundation>) предлагает ряд рекомендаций для учителей математики. Вот некоторые из них:

- каждый раз, когда тема школьного курса математики включена в STEM-деятельность, убедитесь, что содержание соответствует классу и что она преподается способами, поддерживающими развитие математического мышления и вычислительные навыки;

- разрабатывая дидактические материалы по математике, ищите возможности интегрировать науку, технологию и инженерию осмысленными способами как программы для математики при решении задач в соответствующих условиях;

- каждый раз, когда деятельность STEM не полностью соответствует содержанию школьной программы по математике, ищите способы, способные поддерживать общее развитие решения проблемы, критического мышления, академическое любопытство;

- предлагая STEM-деятельность во внеклассное время, признайте, что деятельность должна быть не только веселой и увлекательной, но и должна быть связана с учебными целями и основываться на практическом и реалистическом понимании того, что участвует в поиске интереса к теме и задействована ли математика;

- если это возможно, согласуйте программы и мероприятия внешкольной программы STEM со школьными учебными программами.

Smith и Karr-Kidwell (2000) концептуализируют междисциплинарную природу STEM как «целостный подход, который связывает дисциплины так, что обучение становится взаимосвязанным, целенаправленным, значимым и актуальным для учащихся» [7, с.24].

При рассмотрении роли математики в STEM-образовании нужно четко понимать, что представляет собой математическое образование. Чтобы полностью интегрировать математику в STEM-образование, математика не должна восприниматься и использоваться исключительно как операционная дисциплина. Вместо этого «постановка вопросов и ответы на вопросы в математике и с ее помощью» [9, с.280].

STEM-образование повышает постоянство знаний учащихся, развивая их способность использовать существующие знания для поиска решения проблемы, объяснения ее с другой стороны. Обучение в STEM означает не зубрежка знаний по отдельности, а способность комбинировать, анализировать и синтезировать полученные по отдельности знания. Основная цель STEM-образования – установить связь между наукой, технологией, инженерией и математикой, тем самым обеспечить целостный подход к обучению, а также помочь ученикам найти решения проблем, с которыми они сталкиваются в своей повседневной школьной жизни, сосредоточив внимание на областях науки, которые объединяет STEM, дать ученикам возможность взглянуть на проблему по-разному, интегрировать ее с другими уроками и решить ее. Ученикам необходимо предоставить знания в области науки и техники, чтобы обучать их как будущих ученых и инженеров, которые будут вносить вклад в развитие страны и производить научно-технологические инновации [10, с.2].

Таким образом, определяем, что роль математики как инструмента состоит в том, чтобы помочь учащимся развить понимание науки или технологии, или помочь им в процессах проектирования. Роль математики как цели в этой деятельности заключается в развитии математических навыков и знаний учащихся. Фактически, оба должны рассматриваться вместе, поскольку они каким-то образом работают вместе. Их нельзя отделить друг от друга. Математика иногда может быть инструментом или целью в зависимости от сложности и цели задачи, цели учителя и так далее. Главное, важно понимать, что происходит в каждый момент сложной задачи. Также отмечаем, что в научно-исследовательской литературе по STEM-образованию наука и техника представлены в большей степени, чем математика, исследовательская литература по математическому образованию, посвященная STEM-образованию, набирает обороты. В концептуализации преподавания STEM математика рассматривается в основном как «инструмент», который можно интерпретировать как общий инструмент для описания отношений между измеримыми величинами и для вычисления критических значений. Затем математика берет на себя роль необходимой базы знаний, приобретаемой до того, как участие в деятельности STEM может стать значимым. Таким образом, «отдача» от математики для учащихся будет заключаться главным образом в опыте ее использования, полученном в результате деятельности.

Из вышеизложенного делаем вывод, что роль математики как инструмента STEM-педагогики, учитывающего навыки двадцать первого века, будет зависеть от форм интеграции и интерпретации навыков двадцать первого века, также может быть усилена ее потенциалом в качестве формальной дисциплины.

Заключение

Таким образом, обзор литературы о роли математики в интегрированном STEM-обучении показал, что акцент на различных предметах в области STEM не сбалансирован, и роль математики, в частности, обычно недооценивается.

Математика является обучающей дисциплиной, объединяющей все STEM дисциплины. Без математики невозможно освоить другие дисциплины STEM. Используя инновационные стратегии, мы можем сделать математику успешной для всех учащихся. Нам нужно заинтересовать учащихся, чтобы они захотели заниматься математикой и естественными науками, технологиями и инженерией. Дополнительное преимущество – начать в раннем возрасте.

Необходимо продвигать исследовательские проекты и разрабатывать образовательные программы и учебные планы, ориентированные на интеграцию STEM с одинаковым учетом дисциплин, особенно математики. Задача учителей математики заключается в эффективной интеграции дисциплин STEM, роль математики в STEM следует еще больше усилить. Правильное использование различных учебных подходов может создать значимую учебную среду, которая может улучшить отношение и мотивацию учащихся к получению знаний по предметам STEM. Интегрированные подходы STEM, в которых применяются реальные проблемы и проекты, могут создать опыт обучения. Преподавание и обучение с использованием комплексного подхода STEM является альтернативой для поощрения интереса учащихся к математике. Продвижение политики, которая эффективно готовит новых учителей и повышает эффективность уже практикующих, особенно в дисциплинах STEM, окажет положительное влияние на успеваемость учащихся.

Образование и исследования, ориентированные на междисциплинарные интегрированные STEM, могут открыть новые пути решения проблем, возникающих в трудные времена, а также привести к изменению образа жизни.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Marion Ben-Jacob. The importance of mathematics in STEM education** / M. Ben-Jacob // *Proceedings of EDULEARN19 Conference 1st-3rd July 2019, Palma, Mallorca, Spain.* – P.2496-2500.
2. **Roehrig G. H. Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM** [Text] / G. H. Roehrig et al // *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research.* – 2021. – V. 3(1). – P.1-18.
3. **Just J. The Role of Mathematics in STEM Secondary Classrooms: A Systematic Literature Review** [Text] / J. Just, H.-S. Siller // *Education Sciences.* – 2022. – 12 p.
4. **Rahman N.A. Mathematics teachers' practices of STEM education: A systematic literature review** [Text] / N.A. Rahman, R. Rosli, A.S. Rambely & L. Halim // *European Journal of Educational Research.* – 2021. – Vol.10(3). – P.1541-1559.
5. **Maass K. The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education** [Text] / K. Maass, V. Geiger, M.R. Ariza et al. // *ZDM Mathematics Education.* – 2019. – P.869-884.
6. **Stohlmann Micah. A vision for future work to focus on the “M” in integrated STEM** [Text] / M. Stohlmann // *School science and mathematics.* – 2018. – P.310-319.
7. **Smith J. The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers** [Text] / J. Smith, P. J. Karr-Kidwell // – 2000. – 71 p.
8. **Мамедов Б. Математика в STEM-образовании, интеграция алгебры и геометрии** [Текст] / Б. Мамедов, В. Шахбазова // Современное программирование: материалы III Международной научно-практической конференции (Нижевартовск, 27-29 ноября 2020 г). – Нижевартовск, 2020. – С. 280-286.
9. **Behiye Ubuz. Introduction to the papers of TWG26: Mathematics in the context of STEM education** [Text] / B. Ubuz, M. Stephan, C. Cascella, N. den Braber // *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), Bozen-Bolzano, Italy, 2022.* – P.1-8.

REFERENCES:

1. **Marion Ben-Jacob. The importance of mathematics in STEM education.** *Proceedings of EDULEARN19 Conference 1st-3rd July 2019, Palma, Mallorca, Spain.* pp. 2496-2500.
2. **Roehrig G. H. et al. Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM.** *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2021, vol. 3(1). pp.1-18.
3. **Just J. Siller H.-S. The Role of Mathematics in STEM Secondary Classrooms: A Systematic Literature Review.** *Education Sciences*, 2022, 12 p.
4. **Rahman N.A., Rosli R., Rambely A.S., Halim L. Mathematics teachers' practices of STEM education: A systematic literature review.** *European Journal of Educational Research*, 2021, vol.10(3), pp.1541-1559.
5. **Maass K., Geiger V., Ariza M.R. et al. The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education.** *ZDM Mathematics Education*, 2019, pp. 869-884.
6. **Stohlmann Micah. A vision for future work to focus on the “M” in integrated STEM.** *School science and mathematics*, 2018, pp. 310-319.

7. **Smith J., Karr-Kidwell P.J.** *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*, 2000, 71 p.
8. **Mamedov B., Shahbazova V.** *Matematika v STEM-obrazovanii, integraciya algebrы i geometrii* [Mathematics in STEM education, integration of algebra and geometry]. *Sovremennoe programmirovanie: materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Nizhnevartovsk, 2020, pp. 280-286. (In Russian).
9. **Behiye U., Stephan M., Cascella C., N. den Braber.** *Introduction to the papers of TWG26: Mathematics in the context of STEM education. Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12)*, Bozen-Bolzano, Italy, 2022, pp.1-8.

Сведения об авторах:

*Ожибаева Замзагуль Манаповна** – докторант, Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, Казахстан, 020000, Акмолинская область, г.Кокшетау, ул.Абая, 76; тел. 87054292399, e-mail: zamzagul_manap@mail.ru.

Абдолдинова Гульсим Тулегеновна – к.п.н., доцент кафедры «Информационные технологии», Казахский университет технологии и бизнеса, Казахстан, 010000, г.Астана, ул.Кайыма Мухамедханов, 37а; тел. 87012689286, e-mail: abdoldinova@mail.ru.

*Ozhibayeva Zamzagul Manapovna** – PhD student of Sh.Ualikhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan, 020000, Akmola region, Kokshetau, 76 Abai Str., tel.: 87054292399; e-mail: zamzagul_manap@mail.ru.

Abdoldinova Gulsim Tulegenovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of information technologies, Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan, 010000, Astana, 37a Kaiym Mukhamedkhanov Str., tel.: 87012689286; e-mail: abdoldinova@mail.ru.

*Ожибаева Замзагуль Манаповна** – Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, докторанты, Қазақстан, 020000, Ақмола облысы, Көкшетау қ., Абай көшесі, 76; тел. 87054292399; e-mail: zamzagul_manap@mail.ru.

Абдолдинова Гульсим Тулегеновна – п.ғ.к., Қазақ технология және бизнес университеті, ақпараттық технологиялар кафедрасының доценті, Қазақстан, 010000, Астана қ., Қайым Мухамедханов көшесі, 37а; тел. 87012689286; e-mail: abdoldinova@mail.ru.

УДК 37.033

МРНТИ 34.01.45; 34.01.21

https://doi.org/10.52269/22266070_2024_1_163

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ

*Орынбеков Д.Д.** – докторант 2 года обучения ОП 8D01517 – «Биология», НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата», Республика Казахстан.

Хамзина Ш.Ш. – кандидат педагогических наук, профессор высшей школы педагогики, НАО «Павлодарский педагогический университет имени Ә. Марғұлана», Республика Казахстан.

Исакаев Е.М. – кандидат биологических наук, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан.

Тулиндинова Г.К. – кандидат биологических наук, руководитель образовательной программы Биология высшей школы естествознания, НАО «Павлодарский педагогический университет имени Ә. Марғұлана», Республика Казахстан.

В статье рассматривается проблема формирования эколого-исследовательской компетентности при подготовке учителей биологии в педагогических вузах. Новая социокультурная и экологическая ситуация в настоящее время существенно изменила роль педагога и содержание его деятельности в преодолении экологического кризиса, вывела за пределы профессиональных предметных компетенций, повысила его ответственность за результаты экологического образования молодого поколения, вызвала необходимость формирования новых профессиональных компетенций специалиста в области образования. Цели и задачи исследования – формирование эколого-исследовательских компетенций в подготовке учителей биологии путем выделения существенных недостатков традиционной системы эколого-педагогического образования, сравнительное сопоставление результатов, решение проблемы становления изучаемых компе-