

СОЦИОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

DOI: 10.19181/socjour.2024.30.3.4

EDN: HXNMKB



А. В. ФИЛЬКИНА¹, Д. С. КЛЕВЦОВ¹

¹ Национальный исследовательский «Томский государственный университет». 634050, Томск, просп. Ленина, д. 34а.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВОВЛЕЧЕНИЮ ШКОЛЬНИКОВ В НАУКУ (STEM) В КОНТЕКСТЕ КОНЦЕПЦИИ ВОВЛЕЧЕННОСТИ И МОТИВАЦИОННЫХ ТЕОРИЙ: ОБЗОР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СТРАТЕГИЙ¹

Аннотация. В российском контексте недостаточно развита практика описания концептуальной рамки образовательных программ по вовлечению школьников в науку и эмпирических исследований их эффективности. Цель статьи заключается в выявлении актуальных теоретических концепций и измерительных инструментов в сфере оценки эффективности образовательных интервенций по вовлечению школьников в науку (STEM). В первой части статьи делается обзор ключевых аспектов концепции вовлечения и наиболее популярных мотивационных теорий в исследованиях образования школьников. Во второй части анализируются 10 конкретных кейсов исследований, демонстрирующих, как именно в рамках этих теоретических направлений реализуются исследования по оценке эффективности образовательных интервенций с акцентом на инструментарий и измеряемые концепты. Экскурс в поле зарубежных прикладных исследований в данной области может быть полезен как вклад в популяризацию доказательного подхода в целом, а также актуальных концептов и исследовательских стратегий в области оценки узкопрофильных образовательных программ.

Ключевые слова: вовлеченность в STEM; мотивационные теории в образовании; оценка эффективности образовательных интервенций.

Для цитирования: Филькина А. В., Клевцов Д. С. Оценка эффективности мероприятий по вовлечению школьников в науку (STEM) в контексте кон-

¹ Исследование выполнено при поддержке программы развития Томского государственного университета (Приоритет-2030).

цепции вовлеченности и мотивационных теорий: обзор исследовательских стратегий // Социологический журнал. 2024. Том 30. № 3. С. 76–97. DOI: 10.19181/socjour.2024.30.3.4 EDN: HXNMKB J

Введение

Образование STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics — наука, технология, инженерное дело и математика) стало объектом повышенного внимания и интенсивных исследований на протяжении последних 15 лет. Это связано с тем, что данные области критически важны для современного технологического прогресса и экономического роста [27]. Следует отметить, что программы STEM не только передают знания по дисциплинам, но и ориентированы на развитие междисциплинарных навыков, что важно для успешной карьеры в этих областях [25; 30]. Во многих развитых странах (особенно в США, Канаде и Австралии) программы по повышению интереса к STEM и развитию навыков STEM, делающие ставку на междисциплинарность, уже интегрированы в школьное обучение и поддерживаются в рамках целевого государственного финансирования. Одна из главных причин повышения значимости образовательных интервенций в сфере STEM заключается в систематическом отсеивании студентов технических направлений из университетов, изначально проявивших интерес к STEM-наукам в школе, но постепенно потерявших к ним интерес; существует специальная метафора для этого процесса: “pipeline leakage” («протекающий трубопровод») [44]. К ситуации в России эта метафора также применима: студенты отчисляются с технических направлений [5], девушки реже выбирают их для обучения [3]. Как и за рубежом, в России для профилактики подобного рода «протечки» реализуется большое количество мероприятий, направленных на вовлечение школьников в науку, начиная от программ дополнительного образования и кружков научной направленности и заканчивая всероссийскими фестивалями, конкурсами и сменами. Специфика российской ситуации заключается в том, что образование STEM происходит в системе дополнительного образования, в том числе в коммерческих кружках, тогда как в рамках школ системных образовательных STEM-программ фактически нет [4]. Кроме того, в России отсутствует культура систематического сбора данных об эффективности таких образовательных интервенций. Результативность программ оценивается в основном количественными показателями, что не позволяет оценить реальную эффективность этих программ. Во многих отчетах об образовательных интервенциях отсутствует концептуальная рамка как в описании методических разработок, лежащих в основе мероприятий, так и в оценке их эффективности (см., например, работу [1] в качестве типичного примера). Это затрудняет понимание того, на что была направлена и кому адресована педаго-

гическая разработка, а также были ли достигнуты образовательные результаты. Систематические исследования, оценивающие эффекты образовательных интервенций, достаточно редки (один из немногих примеров — исследование, проведенное сотрудниками Центра общего и дополнительного образования имени А.А. Пинского [2]). Между тем данные об эффективности различных образовательных программ (и культура их систематического сбора) были бы актуальны в контексте поиска оптимальных решений для вовлечения школьников в STEM-профессии.

Цель данной статьи: проанализировать концептуальные рамки и инструментарий, используемые для оценки эффективности образовательных интервенций по вовлечению школьников в STEM, в исследованиях, публикуемых в международных рецензируемых журналах. В первой части статьи представлен обзор ключевых аспектов концепции вовлечения и популярных мотивационных теорий, применяемых в исследованиях образовательных программ для школьников. Во второй части рассмотрены конкретные примеры исследований, демонстрирующие применение этих теорий в эмпирических доказательствах эффективности образовательных интервенций.

Обзор литературы: мотивационные теории и модели вовлеченности как теоретическая рамка в исследованиях эффективности образовательных интервенций

Проблема вовлечения школьников в образовательную деятельность, в том числе в конкретную область — STEM, связана с созданием условий и возможностей для повышения уровня вовлеченности обучающихся. Рефлексия о том, как сделать эффективным процесс вовлечения, происходит в контексте двух обширных теоретических направлений: концепции вовлеченности и теорий мотивации. Каждое из этих направлений имеет свою традицию концептуализации, эмпирических исследований, а также педагогических разработок. Понятия «мотивация» и «вовлеченность» идейно близки, однако распространенным вариантом объяснения взаимосвязи между ними является трактовка мотивации как условия либо предпосылки (или некоего «топлива» для действия, а вовлеченности — как самого итогового действия [33]. В “Handbook of research on student engagement” Э. Скиннер и К. Рейн описывают мотивационные теории как своего рода архипелаг изолированных островов, где различные теории мотивации выстроены вокруг определенных мотивационных конструктов и имеют множественные эмпирические доказательства. Вместе с тем эти мотивационные конструкты связаны друг с другом неочевидным образом, во многом пересекаются и накладываются друг на друга. Модель же вовлеченности авторы сравнивают с монолитным конструктом (материком), образованным зонтичным понятием, хотя многие элементы, входящие в этот материк, и связи между

ними являются умозрительными, слишком абстрактными и не вполне проверенными эмпирически [38]. В настоящее время ведутся попытки интегрировать оба подхода [18]. Многие мотивационные конструкты также анализируются в качестве предикторов и фасилитаторов в исследованиях вовлеченности. Вовлеченность в школьную деятельность, в частности в образовательные активности, принимается некоторыми исследователями в качестве индикатора мотивационного климата в школе, действия как внутренних (мотивационные параметры личности), так и внешних (подход учителя, взаимодействие с одноклассниками и т. д.) аспектов мотивации, причем и те и другие рассматриваются как динамические и подверженные корректировке.

Значимыми являются циклы мотивационной динамики, то есть рекурсивный характер связи между мотивационными параметрами и вовлеченностью школьников — то, каким образом они способствуют повышению вовлеченности (или приводят к ее спаду); это формирует определенные «копинг»-стратегии и приводит к формированию саморегулируемого обучения, которое, в свою очередь, проявляется в более высоком уровне вовлеченности. В пролонгированном виде этот цикл динамики мотивационных параметров и вовлеченности можно рассматривать как внутренний механизм вовлечения в определенное образовательное или профессиональное направление. Анализ публикаций с 2010 по 2019 г. показывает, что в контексте исследований вовлечения школьников самым ярко выраженным, постоянно растущим трендом в анализе способов увеличения эффективности обучения является связка вовлеченности с мотивацией и изучение вовлечения в конкретное образовательное направление или образовательный контекст, в частности в STEM [20].

Модели вовлечения

Вовлеченность учащихся является сложносоставным конструктом. В 2004 г. вышла статья Дженнифер Фредрикс, в которой вовлеченность концептуализируется как состоящая из трех аспектов: поведенческого, эмоционального и когнитивного [15]. В ней поведенческий аспект связывается с такими индикаторами, как участие в учебной и внеучебной деятельности, эмоциональный аспект — с позитивными и негативными эмоциональными реакциями на контент, процесс, учителей, одноклассников и т. д., а когнитивный — с когнитивными усилиями для понимания сложных идей / усвоения материала и оттачивания трудно формирующихся навыков, саморегулируемым обучением, образовательными стратегиями. В настоящее время трехкомпонентная модель остается базовой, но иногда исследователи включают другие компоненты в качестве четвертого (например, социоэмоциональный, академический, агентный [34]). Базовая модель вовлеченности оставляет возможность использовать разные индикаторы для трех компонентов [14]. Использование разных индикаторов обусловлено в том числе различными уровнями

концептуализации вовлеченности: как минимум, возможна фокусировка анализа на вовлеченности в отдельное образовательное событие (урок/лекция, образовательный курс) и на институциональной вовлеченности (например, вовлеченность в обучение в школе в целом или вовлеченность в университетскую среду [38]). Накоплено множество эмпирических свидетельств связи между вовлеченностью и более высокими академическими успехами, посещаемостью, удовлетворенностью жизнью обучающихся, а также ее превентивная роль в предупреждении девиантного поведения [16]. В связи с этим показатели вовлеченности считаются одним из наиболее значимых критериев эффективности образовательных программ и образовательных интервенций.

Мотивационные теории

В “Handbook of research on student engagement” (2022) приводятся девять основных теорий мотивации образовательного поведения школьников: достижения целей (achievement goal theory); атрибуции (attribution theory); результативности и внутренней мотивации (effectance and intrinsic motivation); ожидаемой ценности (expectancy-value theory); выученной беспомощности (learned helplessness and mastery); образа мышления (mindsets); самодетерминации (self-determination theory); самооффективности (self-efficacy); а также модель мотивационного развития (self-system model of motivational development) [38].

Исходя из базовой модели мотивационного действия, теории мотивации описывают разнообразные *мотивационные конструкты, связанные с представлениями о себе* и опосредованно влияющие на другие элементы: образовательные и профессиональные цели, выбор образовательных стратегий, получаемые образовательные результаты (об интеграции мотивационных теорий в образовании вокруг модели действия см.: [43]). Такими мотивационными конструктами являются, например, «самооффективность» (термин А. Бандуры, связанный с представлениями человека о том, насколько эффективны могут быть его действия в отношении конкретных целей [8]), а также идейно близкий концепт «ожидания успеха» в теории ожиданий и ценностей Ж. Экклз и А. Уигфилд [12]. Некоторые ключевые концепты из мотивационных теорий перекликаются друг с другом, поэтому существуют попытки их интеграции посредством универсального использования концептов, общих для разных теорий; например, таких как «самооффективность/самость» (self-efficacy/self-concept), «ценность выполняемой задачи» (task value), «достигаемые цели» (achievement goals), «чувство автономии» (sense of autonomy) и «чувство сопричастности» (sense of relatedness) [30].

В таблице 1 приведены четыре теории мотивации, которые наиболее часто встречаются в исследованиях образования для описания, объяснения и прогнозирования в отношении направления, предпосылок, интенсивности и устойчивости поведения в сфере школьного

и внешкольного образования: теория ожиданий и ценностей Ж. Экклз и А. Уигфилд (expectancy value theory), социально-когнитивная теория А. Бандуры, теория самодетерминации Э. Деси и Р. Райана, теория развития интереса С. Хиди и А. Ренингер.

Таблица 1

**Ключевые мотивационные теории
 в оценке эффективности образовательных интервенций**

Теории мотивации	Концепты в рамках теорий мотивации
Теория самодетерминации (Э. Деси и Р. Райан) [35]	Базовые потребности: в автономии, компетентности, сопричастности; внешняя мотивация (экстернальная, интроецированное регулирование, идентифицированное, интегрированное), внутренняя мотивация, амотивация
Социально-когнитивная теория (А. Бандура) [8]	Концепт самоэффективности, саморегулируемое обучение
Теория ожиданий и ценностей (Ж. Экклз и А. Уигфилд) [12]	Ожидания в отношении успеха, субъективная ценность выполняемой задачи: ценность достижения (важность хороших результатов), внутренняя ценность (личное удовольствие от выполнения задания), полезность (предполагаемая полезность в перспективе карьерных целей), стоимость (соотнесение затрат и приобретений)
Теория развития интереса (С. Хиди и А. Ренингер) [23]	Ситуативный интерес, устойчивый индивидуальный интерес

Ключевые тезисы данных мотивационных теорий стали обязательной компонентой для разработки и оценки образовательных интервенций, ориентированных на повышение вовлеченности. Например, Дж. Фредриксон и С. Кристенсон обозначают пять главных факторов, влияющих на вовлеченность, которые учитываются при конструировании образовательных интервенций и проверялись эмпирически: 1) значимые для учеников задания (с отсылкой к теории развития интереса Хиди и Ренингер и теории ожиданий и ценностей Экклз и Уигфилд); 2) поддержка агентности ученика — ощущения независимости и контроля за происходящим (с отсылкой к Деси и Райану); 3) поддержка развития компетентности (отсылка к концепции самоэффективности Бандуры); 4) развитие позитивных отношений со сверстниками (роль социального контекста Б. Браун) и 5) развитие позитивных отношений с учителем, в которых ученик чувствует поддержку и заботу о себе (Деси и Райан) [16]. С учетом этих факторов конструировались, например, такие глобальные американские образовательные программы, ориентированные на повышение вовлеченности в школьное обучение, как “Check and connect” [9]. В данной статье рассмотрены теории, которые можно отнести, скорее, к американской

традиции исследований. Однако существуют и другие подходы к исследованиям оценки эффективности образовательных интервенций по вовлечению в STEM (например, культурно-деятельностный подход к мотивации, реализуемый в деятельности научного общества ISCAR).

Кейсы оценки эффективности образовательных интервенций

Проанализируем отдельные кейсы, посвященные изучению эффективности образовательных интервенций, спроектированных для вовлечения школьников в дисциплины STEM (табл. 2).

Таблица 2

Исследования эффективности образовательных интервенций по повышению интереса школьников к STEM

Авторы	Страна и выборка	Описание образовательной интервенции	Теоретическая основа и методология	Основные выводы исследований
Дж. Читтум и др. (2017) [10]	США 121 учащийся с 5-го по 7-й класс	Studio STEM — внеклассная и летняя программа, проводимая в школах K-7 и предназначенная для ознакомления молодежи средних школ с концепциями и практиками STEM	Теория ожиданий и ценностей (Экклз и Уинфилд)	После завершения двух программ Studio STEM школьники высоко оценивали мотивационный климат на занятиях, что оказало положительное влияние на их восприятие науки: оценки участников по ценности для них науки и собственной научной компетентности были выше, чем у контрольной группы школьников, не участвовавших в занятиях
С. Ван и др. (2022) [45]	Китай 95 учащихся трех средних школ Гонконга от 13 до 15 лет	Внедрение образовательных форматов TWP — textbook problem (решение проблем из учебника), RWP — real-world problems (решение реальных проблем), RWPM — real-world problems with mentoring (решение реальных проблем с наставничеством) в школьные занятия	Теория самодетерминации (Деси и Райан)	Применение формата решения реальных проблем в учебной программе по ознакомлению со STEM оказывается эффективнее с точки зрения развития у учащихся чувства сопричастности, причем эффект оказывался еще сильнее, если ученики работали с индивидуальными менторами

Продолжение таблицы 2

Авторы	Страна и выборка	Описание образовательной интервенции	Теоретическая основа и методология	Основные выводы исследований
И. Дримиоту и др. (2021) [11]	Кипр 16 учащихся средних школ в возрасте от 13 до 15 лет	«Карьерные сценарии» — дизайн интервенции был основан на проблемно-ориентированном обучении (PBL)	Социально-когнитивная теория (Бандура) и теория развития интереса (Хиди и Ренингер)	Результаты этого исследования показали, что использование разработанных карьерных сценариев может служить механизмом формирования у студентов ситуационного интереса и повышать осведомленность о карьере в STEM
К. Хект и др. (2019) [22]	США 1039 студентов колледжа	Педагогический инструмент “utility value intervention”	Теория ожиданий и ценностей (Экклз и Уигфилд)	Выявлены специфицированные эффекты изучаемой образовательной интервенции для двух различных категорий студентов: выполнение задания способствует повышению оценок за курс для всех категорий студентов, что положительно влияет на их желание выбрать следующие курсы в рамках данного направления; задание создает контекст, в котором происходит личная фокусировка студентов на предметной области, что способствует сохранению желания двигаться в выбранном направлении у студентов, уже имевших хорошую успеваемость

Продолжение таблицы 2

Авторы	Страна и выборка	Описание образовательной интервенции	Теоретическая основа и методология	Основные выводы исследований
К.Л. Таблатин и др. (2023) [39]	Филиппины 117 учащихся средних школ в возрасте 13–14 лет	Проект “What-If Hypothetical Implementations in Minecraft” — работа с компьютерными симуляциями на базе Minecraft	Социальная когнитивная карьерная теория (модификация социально-когнитивной теории) (Бандура)	Использование WHIMC в качестве инструмента обучения оказывает лишь минимальное влияние на интересы студентов в области STEM
Дж. Шмидт и др. (2020) [36]	США 203 человека в возрасте от 10 до 16 лет	9 летних программ, направленных на вовлечение в STEM-науки посредством практических исследований; для школьников из семей с низким социально-экономическим статусом	Теория возникающей мотивации	Результаты исследования показали значимость трех параметров для вовлечения школьников в STEM: уровень сложности, релевантность и оценка обучения как усвоения чего-то нового. Наибольший эффект давала релевантность, а наименьший — уровень сложности. Среди типов активности более высокие показатели вовлеченности демонстрировались на создании продукта и активностях по развитию базовых навыков
Ю.Д. Керша, А.С. Обухов (2023) [2]	Россия (Республика Саха (Якутия)) 1023 школьника 7–9-х классов	Онлайн-кружки по естествознанию на платформе «ГлобалЛаб». Курс «Изучаем мир вокруг нас» по шести естественнонаучным предметам: астрономии, биологии, физике, географии, экологии и химии	Теории мотивации; измерение самооэффективности	Занятия в онлайн-кружках повышают уровень мотивации; выявлен низкий интерес школьников к участию в онлайн-кружках в качестве дополнительного образования

Окончание таблицы 2

Авторы	Страна и выборка	Описание образовательной интервенции	Теоретическая основа и методология	Основные выводы исследований
Дж. Фальк, Д. Мейер (2021) [13]	США 560 участников до участия в лагере и 196 — после участия	Camp Invention — программа летнего дневного лагеря, в рамках которой дети в возрасте от 5 до 12 лет участвуют в практических мероприятиях	Теории мотивации; измерение релевантности науки, концепта самости в науке и интереса к науке	Подтверждение высокой значимости для развития интереса к STEM и связанных с ним навыков креативности и критического мышления всего опыта школьника / предыдущих STEM-активностей, помимо лагеря, высоким уровнем родительской поддержки и более высокими показателями экстраверсии
К. Майорка и др. (2021) [28]	США 507 учащихся с 5-го по 8-й класс	Однонедельный летний учебный курс в рамках модели “Deep Blue Sea STEM” со специалистами STEM из университетов и предприятий	Социальная когнитивная карьерная теория (модификация социально-когнитивной теории) (Бандура)	Значимый рост самооффективности у школьников по итогам прохождения курса
М. Трегюль, С. Алтыок (2021) [42]	Турция 41 учащийся 6–8-х классов	Два лагеря по робототехнике, рассчитанных в общей сложности на 48–60 ч в течение 8–10 дней, в среднем по 6 ч в день. Использовались робототехнические наборы Lego Mindstorms Education EV3	Теории мотивации; измерение восприятия STEM и установки в отношении STEM	После занятий робототехникой, ориентированных на STEM, существенных изменений в отношении студентов к STEM обнаружено не было

Кейсы были отобраны с использованием поисковика Google Scholar по ключевым словам “engagement”, “interest”, “interest in science”, “STEM”, “school students”. Ставилась основная задача: понять, что является актуальной теоретической рамкой для оценки эффективности мероприятий по вовлечению школьников в науку. Сначала было отобрано 30 статей, опубликованных с 2017 по 2023 г.; из них в результате нескольких итераций отобрали для анализа 10 статей, вошедших в итоговую таблицу. Помимо исключения из списка статей, не содержащих оригинальные эмпирические исследования, при

отборе мы старались обеспечить широкий географический диапазон и разнообразие образовательных контекстов. В большинстве статей измеряется динамика различных мотивационных параметров, в одной из них — вовлеченность в образовательный процесс. Отраженные в статьях исследования опубликованы в журналах “Scopus” 1-го и 2-го квартилей. Из 10 исследований 1 российское, 5 выполнены в США, 1 — в Китае, 1 — на Кипре, 1 — на Филиппинах и 1 — в Турции. При всем разнообразии педагогического дизайна интервенций и инструментов для оценки их эффективности все выбранные кейсы концептуально укладываются в одну схему: вовлечение отслеживается через динамику мотивационных параметров обучающихся и/или параметров вовлеченности в образовательный процесс в контексте психологических теорий мотивации.

Результаты исследования

Образовательные интервенции

Большая часть рассмотренных образовательных интервенций по вовлечению школьников в науку были представлены внеклассными образовательными программами — либо летними лагерями, либо сверхурочными занятиями (“Studio STEM”, “Camp Invention”, “The See Blue See STEM Model”), в том числе в онлайн-формате («Изучаем мир вокруг нас») и в одном случае — в рамках междисциплинарного предмета в школе “Science”. Программы разрабатывались совместно представителями школ (например, классными руководителями), представителями университетов и/или профессионалами из индустрии в качестве экспертов или менторов, а также в некоторых случаях с привлечением студентов в качестве «фасилитаторов». В трех случаях программы были выстроены вокруг специальных инструментов: конструктора “Arduino Student Kit”, специально разработанных симуляций на базе игры Minecraft “What-If Hypothetical Implementations in Minecraft”, а также образовательного набора “Lego Mindstorms Education EV3”. В одном исследовании оценивался эффект педагогического инструмента “Utility Value intervention”, который представляет собой задание на рефлекссию в письменном формате в рамках учебного курса (необходимо ответить на открытые вопросы: в какой степени то, что изучается, значимо для твоей жизни, какова связь между изучаемыми темами и чем-то важным в твоей жизни; затем написать об этом несколько предложений).

Все разработанные программы проектировались с учетом значимых с точки зрения мотивационных теорий аспектов. В частности, ключевым принципом в них обозначено укрепление чувства сопричастности, связи с другими (relatedness) — концепт из теории самодетерминации Деси и Райана. На это направлены взаимодействие со студентами и экспертами в программах, а также формат групповой

работы со сверстниками. Ряд педагогических практик — например, использование робототехники, групповая работа, неформальное общение с менторами, PBL (Problem Based Learning), а также Game Based Learning — имеют доказанную эффективность в повышении вовлеченности и интереса обучающихся. Наконец, важным аспектом является релевантность содержания в качестве триггера интереса. Например, в рамках программы “Studio STEM” все задачи были связаны с темой «Спасите животных», которая должна была заинтересовать школьников, показав, как их поведение, связанное с потреблением энергии, может повлиять на животных во всем мире. В одной из групп, работавших с “Arduino Student Kit”, конструировалась система светофоров для локального участка дорожного движения, в “The See Blue See STEM Model” был ряд заданий на продумывание помощи конкретным группам нуждающихся.

Исследовательские вопросы и изучаемые переменные

Ключевой вопрос в оценке эффективности образовательных интервенций по вовлечению в науку: как участие в образовательной интервенции способствовало положительной динамике вовлечения в науку или STEM как профессиональную область? Теоретическое основание в выбранных исследованиях представлено либо социальной когнитивной карьерной теорией (модификация социально-когнитивной теории А. Бандуры), либо теорией ожиданий и ценностей, либо теорией развития интереса. Использовалось также универсальное для мотивационных теорий представление, в соответствии с которым профессиональный выбор человека понимается как процесс, где происходит взаимодействие, во-первых, внутри личности (между представлениями о самооэффективности, личными целями и ожиданиями результата), а во-вторых, между отдельной личностью и образовательной средой, или укрепляющей, или разрушающей интерес, а тем самым и целеполагание, касающееся карьерных выборов.

Исследователи исходят из общего посыла мотивационных теорий: специально спроектированная среда обучения может потенциально положительно повлиять на процессы формирования интереса к профессии и карьерные решения. Стандартной гипотезой, проверяемой в этих исследованиях, является предположение о том, что конкретная образовательная интервенция повлияла на характеристики обучающихся: либо на их когнитивные способности и/или непосредственно на знание предмета (предметов), либо на некогнитивные или мотивационные характеристики личности. В таблице 3 приведены концепты, связи между которыми анализировались в рассмотренных исследованиях. Их можно категоризировать следующим образом: 1) входные характеристики школьников: социальные (например, поддержка родителей) и индивидуальные (гендер, национальность, экстраверсия/ин-

трверсия); 2) восприятие школьниками образовательной интервенции и/или включенность в нее (оценка ими мотивационного климата, вовлеченность, игровой опыт); 3) результаты: когнитивные ауткомы (критическое мышление, креативность, оценки за курс), деятельностные (карьерные или образовательные выборы) и мотивационные.

Таблица 3

Измеряемые концепты в оценке эффективности образовательных интервенций

Входные характеристики	Социально-демографические, индивидуальные
восприятие образовательной интервенции	вовлеченность, оценка мотивационного климата, игровой опыт
результаты	когнитивные, мотивационные, деятельностные

Мотивационные параметры, динамика которых рассматривается как ключевой критерий эффективности образовательных интервенций, представлены широким спектром концептов и инструментов, среди которых:

— самоэффективность в сфере STEM. Термином «самоэффективность» Бандура в социально-когнитивной теории обозначил ожидания индивида относительно собственных возможностей сформировать и реализовать курс действий для достижения определенных результатов [8]. Измеряется, например, посредством шкалы научной самоэффективности PISA 2015 (Science self-efficacy);

— ситуативный или индивидуальный интерес к STEM (Хиди, Ренингер). В соответствии с четырехступенчатой моделью развития интереса Хиди и Ренингер [23], спровоцированный «ситуативный интерес» (triggered situational interest), который генерируется и поддерживается извне, в соответствующих условиях эволюционирует в «хорошо развитый индивидуальный интерес», по большей части являющийся самогенерируемым. Проявление индивидуального интереса предполагает сформировавшиеся стратегии достижения целей и выполнения заданий, способность преодолевать фрустрацию при отсутствии непосредственных результатов, продолжать деятельность в выбранном направлении (reengagement). Поддержку на этой стадии могут оказать ровесники-единомышленники и эксперты в интересующей профессиональной области [32]. Ситуативный интерес может операционализироваться, например, через личную значимость и релевантность, ощущение новизны. Пример инструмента для измерения интереса к STEM — STEM Semantics Survey Scales или SERI [24];

— субъективная ценность профессионального развития в STEM и ожидание успеха (Экклз, Уигфилд). Ожидания успеха (то есть убеждения, связанные с собственной компетентностью) и ценность задачи представляют собой разные конструкции; в то же время эти два фактора взаимосвязаны: ожидание успеха, как правило, определяет ценность задачи для обучающихся (дети склонны ценить области, в которых они чувствуют себя компетентными, и выбирать соответствующие образовательные траектории [12]). Теория ожиданий и ценностей часто используется для объяснения гендерных различий в мотивации и карьерных выборах, особенно в STEM-специальностях [26]. Измеряется, например, посредством опросника SIQ, где оценивание производится по таким 5 параметрам, как: самооэффективность, ожидания результата, интересы, цели, действия в соответствии с выбранными целями;

— увеличение чувства сопричастности (relatedness) и внутренней мотивации (Деси, Райан). Чувство сопричастности — ощущение принадлежности и связанности с другими в соответствии с теорией самодетерминации Деси и Райана является одним из трех базовых психологических потребностей личности наряду с потребностью в автономии и компетентности. Внутренняя мотивация связана с действиями, которые совершаются «ради самих себя» или потому, что выполнение этих действий дает ощущение интереса и удовольствия и в этом плане противопоставляется внешней мотивации, зависящей от внешних стимулов и амотивации, отсутствию интенциональности [35]. К инструментам с отсылкой к теории самодетерминации относится измерение предметной мотивации.

В отдельных случаях измеряются просто установки в отношении к наукам: например, формирование STEM-идентичности [19] или интерес к STEM (семантическая шкала восприятия STEM) [41], шкала “The STEM Attitude Scale”, разработанная FIFI (Friday Institute for Educational Innovation) [17] без привязки к какой-то конкретной мотивационной теории.

Два базовых дизайна исследования в рассмотренных статьях: измерение переменных только после образовательной сессии (и сравнение среднего с возможным максимумом) [11] или измерение одних и тех же переменных в динамике — до и после интервенции [45], а также экспериментальный дизайн, где показатели, например отношения к науке, сравниваются с отношением к науке у контрольной группы школьников, не проходивших занятия [2; 10]. По умолчанию фактором, влияющим на зависимые переменные (ауткомы), является само проведение образовательной интервенции. Отсутствие непосредственного экспериментального дизайна в исследовании компенсируется измерением параметров по оценке самого образовательного события — через обратную связь или измерение вовлеченности в образовательное событие (моментальной вовлеченности или трехкомпонентной вовлеченности). Например, в одном из исследований для

оценки мотивационного климата на занятиях используется теоретическая модель “MUSIC” Б. Джонса, которая комбинирует концепты из разных теорий мотивации: возможность управлять своим обучением (eMpowerment), личную полезность изучаемого для ученика (Usefulness), ощущение возможности успеха/достижений в данной сфере (Success), вызывающее интерес обучение (Interest) и забота/внимание к ученику со стороны обучающихся (Care) [40]. В отдельных случаях также оценивается связь между внешними независимыми переменными (индивидуальными характеристиками школьников или степенью родительской поддержки) и аутками.

Рассматриваемые исследования демонстрируют положительную динамику в измеряемых мотивационных концептах, что, в принципе, подтверждает более общие наблюдения в эмпирических исследованиях мотивации: студенты, посещающие STEM-соревнования и внешкольные программы, чаще склонны выражать заинтересованность в сферах профессиональной деятельности, связанных со STEM, и чем больше программ они посещают, тем выше эта заинтересованность [21; 29].

В то же время одна из главных претензий к оценке эффективности образовательных интервенций по вовлечению в науку: последнее измерение проводится непосредственно после проведения программы, тогда как эффект этих программ может быть в действительности непродолжительным [7]. Из анализируемых исследований только одно является лонгитюдным [22], и можно заметить, что возможность его реализации была связана с тем, что оценивалась эффективность педагогического инструмента в рамках курса для первокурсников колледжа, и дальнейшую их траекторию и образовательные выборы было легко отследить. Данные об образовательных и профессиональных стратегиях прошедших STEM-программы школьников были бы намного информативнее, но такие данные в силу очевидных организационных сложностей обычно не собираются. Интересно, что в одном из исследований часть данных были собраны ретроспективно — через несколько лет после завершения программы, и они свидетельствовали о том, что для развития интереса к STEM и связанных с ней навыков креативности и критического мышления имеет значение не только интервенция как таковая, но весь образовательный опыт школьника. В частности, несмотря на то что участие в программе способствовало росту интереса к STEM у всех школьников, наиболее высокие результаты, особенно в долгосрочной перспективе, были связаны с наличием опыта у школьника других STEM-активностей, помимо летнего лагеря, а также с высоким уровнем родительской поддержки и более высокими показателями экстраверсии [13].

Обсуждение и заключение

Область российских образовательных программ по вовлечению в STEM и исследования их эффективности является только формирую-

щимся полем, где использование валидизированных инструментариев и обращение к мотивационным теориям при конструировании программ — скорее исключение, чем правило. Мы надеемся, что экскурс в поле зарубежных прикладных исследований в этой области внесет вклад в популяризацию доказательного подхода в целом и актуальных концептов и исследовательских стратегий в области оценки образовательных интервенций в частности.

По итогам обзора прикладных исследований оценки эффективности внешкольных образовательных интервенций, рассчитанных на вовлечение школьников в STEM, можно сделать следующие методологические наблюдения.

1. Теоретической платформой для исследований эффективности образовательных интервенций на данный момент выступает сфера психологии и, в частности, мотивационные теории и концепция вовлеченности.

2. Исследовательские вопросы строятся вокруг изучения того, как образовательное мероприятие повлияло на динамику когнитивных результатов или мотивационных характеристик участников. Среди последних в основном фигурируют самоэффективность или субъективная ценность профессионального развития в STEM (с отсылкой к социально-когнитивной теории или теории ожиданий и ценностей), развитие индивидуального интереса к STEM (Хиди, Ренингер) либо такие более универсальные мотивационные параметры, как установки, предметная мотивация, агентность и т. д.

3. Среди инструментов исследования распространены самооценивание посредством валидизированных опросников для измерения мотивационных концептов и оценки динамики вовлеченности.

4. Разные образовательные интервенции ориентированы на различные таргет-группы, что важно учитывать при оценке эффективности этих интервенций. Объектом большого количества образовательных интервенций становятся группы, менее представленные на рынке труда STEM, — девушки, студенты первого поколения, дети из неблагополучной среды [31]. Многие программы ориентированы на школьников младшего и среднего звена, поскольку выявлено, что раннее вовлечение учащихся в науку, в том числе в направления STEM, является фактором повышения заинтересованности школьников в обучении и дальнейшей карьере в STEM [6; 37]. Исходя из того что в формировании профессиональной траектории большую роль играют факторы среды и представления о себе, которые являются в высшей степени резистентными, оцениваемый эффект программ может быть различным для участников разных пола и социально-экономического бэкграунда. Например, среди рассмотренных кейсов присутствовали исследования как уязвимых социальных групп, так и школьников из селективных школ [42].

Во втором случае эффект от программы может быть менее ярко выражен из-за высоких показателей вовлеченности на входе.

5. Ограничения дизайна рассмотренных исследований связаны с тем, что большая их часть являются «одноразовыми» — хотя и достаточно продолжительными — программами, где динамика интереса измеряется путем сравнения показателей мотивационного параметра до и после реализованной образовательной интервенции. Это накладывает существенные ограничения на качество результатов, поскольку эффект программ дополнительного образования и прочих программ, направленных на вовлечение, может быть ограничен по времени [7; 13]. Общей методологической проблемой является нехватка таких исследований, которые позволяли бы делать вывод, что именно проведенная интервенция способствовала росту интереса к STEM, особенно в случае с одаренными и/или мотивированными детьми [44]. Лонгитюдные исследования, в которых бы отслеживалась динамика образовательных и профессиональных траекторий школьников, посещавших те или иные мероприятия, в этом плане могут рассматриваться как ожидаемое и необходимое направление для фокусировки исследовательского интереса.

6. Несмотря на то что, строго говоря, подтвердить наличие эффекта образовательной интервенции можно только при проведении контрольного эксперимента с контрольной группой, для оценки локальных образовательных интервенций данный метод используется так же редко, как и лонгитюд, по причине сложности (и дороговизны) его организации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Филькина Александра Витальевна — кандидат социологических наук, научный сотрудник Центра социологии образования Института образования, Национальный исследовательский Томский государственный университет.

Телефон: +7 (903) 915-17-35. **Электронная почта:** lexia@inbox.ru

Клевцов Дмитрий Сергеевич — лаборант Центра социологии образования Института образования, Национальный исследовательский Томский государственный университет. **Телефон:** +7 (960) 928-15-39. **Электронная почта:** klevtsov.tsu@mail.ru

Research Article

ALEXANDRA V. FILKINA¹, DMITRY S. KLEVTSOV¹

¹National Research Tomsk State University.

34a, Lenina avenue, 634050, Tomsk, Russian Federation.

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF ENGAGING SCHOOL CHILDREN IN SCIENCE (STEM) IN THE CONTEXT OF ENGAGEMENT AND MOTIVATIONAL THEORIES: A REVIEW OF RESEARCH STRATEGIES

Abstract. The discussion on the effectiveness of educational programs for engaging schoolchildren in science is necessary because there is a lack of development in Russia

when it comes to describing the framework of such interventions and conducting empirical research on their effectiveness. The first part of the article gives an overview of key aspects of engagement concepts and popular motivational theories in education research. The second part examines 10 specific cases that demonstrate how research evaluates the effectiveness of educational interventions within these theoretical frameworks, focusing on tools and measurable concepts. Exploring foreign applied research in this area can contribute to popularizing the evidence-based approach and current concepts and research strategies for assessing specialized educational programs.

Keywords: engagement in STEM; motivation theories in education; educational interventions research.

For citation: Filkina, A.V., Klevtsov, D.S. Evaluating the Effectiveness of Engaging School Children in Science (STEM) in the Context of Engagement and Motivational Theories: A Review of Research Strategies. *Sotsiologicheskii Zhurnal = Sociological Journal*. 2024. Vol. 30. No. 3. P. 76–97. DOI: 10.19181/socjour.2024.30.3.4

Acknowledgments: The research was carried out with the support of the development program of Tomsk State University (Priority-2030).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexandra V. Filkina — Candidate Of Sociological Sciences, Researcher, Center for the Sociology of Education, Institute of Education, National Research Tomsk State University. **Phone:** +7 (903) 915-17-35. **Email:** lexia@inbox.ru

Dmitry S. Klevtsov — Laboratory Assistant, Center for Sociology of Education, Institute of Education, National Research Tomsk State University. **Phone:** +7 (960) 928-15-39. **Email:** klevtsov.tsu@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. *Захарова А.Н., Троешестова Д.А., Ярдухин А.К.* Взаимодействие вуза и школы в поддержке научно-исследовательской деятельности одаренных обучающихся как современное направление профориентационной работы // Человеческий капитал. 2022. № 1. С. 79–89. DOI: 10.25629/НС.2022.01.08 EDN: LJRSIE
Zakharova A.N., Troeshestova D.A., Yardukhin A.K. Interaction of the University and School in Support of Research Activities of Gifted Students as a Modern Direction of Vocational Guidance Work. *Chelovecheskii kapital*. 2022. No. 1. P. 79–89. DOI: 10.25629/НС.2022.01.08 (In Russ.)
2. *Керша Ю.Д., Обухов А.С.* Экспериментальное исследование роли онлайн-кружков в повышении мотивации и самоэффективности учащихся в естествознании // Интеграция образования. 2023. Т. 27. № 2. С. 208–226. DOI: 10.15507/1991-9468.111.027.202302.208-226 EDN: KDAAFI
Kersha Yu.D., Obukhov A.S. Investigating the Impact of Online Learning Clubs on Student Motivation and Self-Efficacy in Science: An Experimental Study. *Integratsiya obrazovaniya*. 2023. Vol. 27. No. 2. P. 208–226. DOI: 10.15507/1991-9468.111.027.202302.208-226 (In Russ.)

3. *Малошенок Н.Г., Щеглова И.А., Вилкова К.А., Абрамова М.О.* Гендерные стереотипы и выбор инженерно-технического направления подготовки // Вопросы образования. 2022. № 3. С. 149–186. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-3-149-186 EDN: KQPQHC
Maloshonok N.G., Shcheglova I.A., Vilkova K.A., Abramova M.O. Gender Stereotypes and the Choice of an Engineering Undergraduate Program. *Voprosy obrazovaniya*. 2022. No. 3. P. 149–186. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-3-149-186 (In Russ.)
4. Технологическое образование школьников: актуальная ситуация и пути развития. Аналитический отчет за 2018 год. М.: Кружковое движение НТИ, Институт образования НИУ ВШЭ. — 129 с. [электронный ресурс]. Дата обращения 08.09.2023. URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/289430426.pdf>
Tekhnologicheskoe obrazovanie shkol'nikov: aktual'naya situatsiya i puti razvitiya. Analiticheskii otchet za 2018 god. [Technological Education of Schoolchildren: The Current Situation and Ways of Development. Analytical Report for 2018.] Moscow: Kruzhkovoe dvizhenie NTI, Institut obrazovaniya NIU VShE publ., 2019. 129 p. Accessed 08.09.2023. URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/289430426.pdf> (In Russ.)
5. *Шмелева Е.Д., Фруммин И.Д.* Факторы отсева студентов инженерно-технического профиля в российских вузах // Вопросы образования. 2020. № 3. С. 110–136. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-3-110-136 EDN: PLGUIG
Shmeleva E.D., Frumin I.D. Factors of Attrition among Computer Science and Engineering Undergraduates in Russia. *Voprosy obrazovaniya*. 2022. No. 3. P. 110–136. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-3-110-136 (In Russ.)
6. Ainley M., Ainley J. A Cultural Perspective on the Structure of Student Interest in Science. *International Journal of Science Education*. 2011. Vol. 33. No. 1. P. 51–71. DOI: 10.1080/09500693.2010.518640
Archer M., DeWitt J., Davenport C., Keenan O., Coghill L., Christodoulou A., Durbin S., Campbell H., Hou L. Going Beyond the One-Off: How Can STEM Engagement Programmes with Young People Have Real Lasting Impact? *Research for All*. 2021. Vol. 5. No. 1. P. 67–85. DOI: 10.14324/RFA.05.1.07
7. Bandura A. The Role of Self-Efficacy in Goal-Based Motivation. *New Developments in Goal Setting and Task Performance*. Ed. by E.A. Locke, G.P. Latham. N.Y.: Routledge, 2013. P. 147–157
8. Check & Connect Student Engagement Intervention. About Check & Connect. *The University of Minnesota*. Accessed 15.11.2023. URL: <https://checkandconnect.umn.edu/model/default.html>
9. Chittum J.R., Jones B.D., Akalin S., Schram Á.B. The Effects of an Afterschool STEM Program on Students' Motivation and Engagement. *International Journal of STEM Education*. 2017. Vol. 4. No. 1. P. 1–16. DOI: 10.1186/s40594-017-0065-4
10. Drymiotou I., Constantinou C. P., Avraamidou L. Enhancing Students' Interest in Science and Understandings of STEM Careers: The Role of Career-

- Based Scenarios. *International Journal of Science Education*. 2021. Vol. 43. No. 5. P. 717–736. DOI: 10.1080/09500693.2021.1880664
11. Eccles J.S., Wigfield A. From Expectancy-Value Theory to Situated Expectancy-Value Theory: A Developmental, Social Cognitive, and Sociocultural Perspective on Motivation. *Contemporary Educational Psychology*. 2020. Vol. 61. P. 101859. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2020.101859
 12. Falk J.H., Meier D.D. Expanding the Boundaries of Informal Education Programs: An Investigation of the Role of Pre and Post-Education Program Experiences and Dispositions on Youth STEM Learning. *Frontiers in Education. Frontiers Media SA*. 2021. Vol. 6. P. 672487. DOI: 10.3389/educ.2021.672487
 13. Fredricks J.A. The Measurement of Student Engagement: Methodological Advances and Comparison of New Self-Report Instruments. *Handbook of Research on Student Engagement*. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 597–616. DOI: 10.1007/978-3-031-07853-8_29
 14. Fredricks J.A., Blumenfeld P.C., Paris A.H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*. 2004. Vol. 74. No. 1. P. 59–109. DOI: 10.3102/00346543074001059
 15. Fredricks J.A., Reschly A.L., Christenson S.L. Interventions for Student Engagement: Overview and State of the Field. *Handbook of Student Engagement Interventions*. 2019. P. 1–11. DOI: 10.1016/B978-0-12-813413-9.00001-2
 16. Faber M., Unfried A., Eric N., Corn J., Walker L., Louise T. Student Attitudes Toward STEM: The Development of Upper Elementary School and Middle/High School Student Surveys. *2013 ASEE Annual Conference & Exposition*. 2013. P. 23–1094. DOI: 10.18260/1-2--22479
 17. Gladstone J.R., Wigfield A., Eccles J.S. Situated Expectancy-Value Theory, Dimensions of Engagement, and Academic Outcomes. *Handbook of Research on Student Engagement*. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 57–76. DOI: 10.1007/978-3-031-07853-8_3
 18. Godwin A. The Development of a Measure of Engineering Identity. *Proceedings of the ASEE Annual Conference & Exposition*. New Orleans, LA. 2016. DOI: 10.18260/p.26122
 19. Gurcan F., Erdogdu F., Cagiltay N.E., Cagiltay K. Student Engagement Research Trends of Past 10 Years: A Machine Learning-Based Analysis of 42,000 Research Articles. *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 28. P. 1–25. DOI: 10.1007/s10639-023-11803-8
 20. Halim L., Rahman N.A., Ramli N.A. M., Mohtar L.E. Influence of Students' STEM Self-Efficacy on STEM and Physics Career Choice. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing. 2018. Vol. 1923. Iss. 1. No. 1. DOI: 10.1063/1.5019490
 21. Hecht C.A., Harackiewicz J.M., Priniski S.J., Canning E.A., Tibbetts Y., Hyde J.S. Promoting Persistence in the Biological and Medical Sciences: An Expectancy-Value Approach to Intervention. *Journal of Educational Psychology*. 2019. Vol. 111. No. 8. P. 1462. DOI: 10.1037/edu0000356

22. Hidi S., Renninger K. A. The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*. 2006. Vol. 41. No. 2. P. 111–127. DOI: 10.1207/s15326985ep4102_4
23. Kang J., Keinonen T., Simon S., Rannikmäe M., Soobard R., Direito I. Scenario Evaluation with Relevance and Interest (SERI): Development and Validation of a Scenario Measurement Tool for Context-Based Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2019. Vol. 17. No. 3. P. 1317–1338. DOI: 10.1007/s10763-018-9930-y
24. Kennedy T.J., Odell M.R.L. Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*. 2014. Vol. 25. No. 3. P. 246–258.
25. Lesperance K., Hofer S., Retelsdorf J., Holzberger D. Reducing Gender Differences in Student Motivational-Affective Factors: A Meta-Analysis of School-Based Interventions. *British Journal of Educational Psychology*. 2022. Vol. 92. No. 4. P. 1502–1536. DOI: 10.1111/bjep.12512
26. Li Y., Wang K., Xiao Y., Froyd J. E. Research and Trends in STEM Education: A Systematic Review of Journal Publications. *International Journal of STEM Education*. 2020. Vol. 7. No. 1. P. 1–16. DOI: 10.1186/s40594-020-00207-6
27. Maiorca C., Roberts T., Jackson C., Bush S., Delaney A., Mohr-Schroeder M.J., Soledad S.Y. Informal Learning Environments and Impact on Interest in STEM Careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2021. Vol. 19. P. 45–64. DOI: 10.1107/s10763-019-10038-9
28. Miller K., Sonnert G., Sadler P. The Influence of Students' Participation in STEM Competitions on Their Interest in STEM Careers. *International Journal of Science Education, Part B*. 2018. Vol. 8. No. 2. P. 95–114. DOI: 10.1080/21548455.2017.1397298
29. Murphy S., MacDonald A., Wang C.A., Danaia L. Towards an Understanding of STEM Engagement: A Review of The Literature on Motivation and Academic Emotions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 2019. Vol. 19. P. 304–320. DOI: 10.1080/03057267.2022.2154997
30. Pearson J., Giacomo L.A., Farid A., Sadegh M. A Systematic Multiple Studies Review of Low-Income, First-Generation, And Underrepresented, STEM-Degree Support Programs: Emerging Evidence-Based Models and Recommendations. *Education Sciences*. 2022. Vol. 12. No. 5. 333 p. DOI: 10.3390/educsci12050333
31. Renninger K.A., Hidi S.E. Interest Development, Self-Related Information Processing, and Practice. *Theory into Practice*. 2022. Vol. 61. No. 1. P. 23–34. DOI: 10.1080/00405841.2021.1932159
32. Reschly A.L., Christenson S.L. Jingle, Jangle, and Conceptual Haziness: Evolution and Future Directions in the Engagement Construct. *Handbook of Research on Student Engagement*. Ed. by Christenson S.L., Reschly A.L., Wylie C.A. N.Y.: Springer Science. 2012. P. 3–19. DOI: 10.1007/978-1-4614-2018-7_1

33. Reschly A.L., Christenson S.L. Jingle-Jangle Revisited: History and Further Evolution of the Student Engagement Construct. *Handbook of Research on Student Engagement*. Cham: Springer International Publishing. 2022. P. 3–24. DOI: 10.1007/978-3-031-07853-8_1
34. Ryan R.M., Deci E.L. Intrinsic and Extrinsic Motivation from a Self-Determination Theory Perspective: Definitions, Theory, Practices, and Future Directions. *Contemporary Educational Psychology*. 2020. Vol. 61. P. 101860. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2020.101860
35. Schmidt J.A., Beymer P.N., Rosenberg J.M., Naftzger N.N., Shumow L. Experiences, Activities, and Personal Characteristics as Predictors of Engagement in STEM-Focused Summer Programs. *Journal of Research in Science Teaching*. 2020. Vol. 57. No. 8. P. 1281–1309. DOI: 10.1002/tea.21630
36. Shahali E.H.M., Halim L., Rasul M.S., Osman K., Zulkifeli M.A. STEM Learning Through Engineering Design: Impact on Middle Secondary Students' Interest Towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2016. Vol. 13. No. 5. P. 1189–1211. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00667a
37. Skinner E.A., Raine K.E. Unlocking the Positive Synergy Between Engagement and Motivation. *Handbook of Research on Student Engagement*. Cham: Springer International Publishing. 2022. P. 25–56. DOI: 10.1007/978-3-031-07853-8_2
38. Tablatin C.L.S., Casano J.D.L., Rodrigo M.M.T. Using Minecraft to Cultivate Student Interest in STEM. *Frontiers in Education*. 2023. Vol. 8. P. 1127984. DOI: 10.3389/educ.2023.1127984
39. *The MUSIC model of motivation*. Accessed 17.11.2023. URL: https://www.themusicmodel.com/music_model/
40. Tyler-Wood T., Knezek G., Christensen R. Instruments for Assessing Interest in STEM Content and Careers. *Journal of Technology and Teacher Education*. 2010. Vol. 18. No. 2. P. 345–368.
41. Üçgül M., Altıok S. You Are an Astroneer: The Effects of Robotics Camps on Secondary School Students' Perceptions and Attitudes Towards STEM. *International Journal of Technology and Design Education*. 2022. Vol. 32. P. 1679–1699. DOI: 10.1007/s10798-021-09673-7
42. Urhahne D., Wijnia L. Theories of Motivation in Education: An Integrative Framework. *Educational Psychology Review*. 2023. Vol. 35. No. 2. 45 p. DOI: 10.1007/s10648-023-09767-9
43. Van den Hurk A., Meelissen M., van Langen A. Interventions in Education to Prevent STEM Pipeline Leakage. *International Journal of Science Education*. 2019. Vol. 41. No. 2. P. 150–164. DOI: 10.12973/eu-jer.8.3.753
44. Weng X., Chiu T.K.F., Jong M.S.Y. Applying Relatedness to Explain Learning Outcomes of STEM Maker Activities. *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 12. P. 800569. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.800569

Статья поступила в редакцию: 10.02.2024; поступила после рецензирования и доработки: 05.07.2024; принята к публикации: 25.07.2024.

Received: 10.02.2024; revised after review: 05.07.2024; accepted for publication: 25.07.2024.