

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 373.5.016:62:004.92
DOI 10.17513/snt.40922



CC BY 4.0

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ
ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ**

Шуленин А. В., Шокорова Л. В.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»,
Барнаул, Российская Федерация, e-mail: eokgph@gmail.com*

Обновление предметной области «Труд (Технология)» и цифровая трансформация образования актуализируют задачу формирования технологического мышления школьников. Цель исследования – разработать и теоретически обосновать структурно-функциональную модель формирования технологического мышления обучающихся общеобразовательной школы, в которой системообразующим дидактическим средством выступает 3D-моделирование. Исследование выполнено в теоретическом дизайне: проведены структурированный отбор источников (нормативные правовые акты, первичные труды классиков психолого-педагогической науки, рецензируемые публикации 2016–2026 гг.), их сравнительно-сопоставительный и понятийно-терминологический анализ, применено педагогическое моделирование. Обоснована методологическая триада: системно-деятельностный, компетентностный и конструктивистский (в его конструкционистском развитии) подходы; разграничены понятия технического, инженерного, дизайнерского и технологического мышления; технологическое мышление определено как интегративный пятикомпонентный конструкт; разработана модель из пяти взаимосвязанных блоков, объединенных сквозной линией 3D-моделирования и согласованных с возрастным размещением соответствующих модулей в федеральных рабочих программах; выполнено сопоставление с конкурирующими концепциями отечественной педагогики. Модель имеет статус научной гипотезы: эмпирические данные о ее эффективности пока отсутствуют; программа предстоящей опытно-экспериментальной валидации, включая диагностический инструментарий, характеристику выборки, этапы и план статистического анализа, охарактеризована в статье.

Ключевые слова: технологическое мышление, 3D-моделирование, цифровая трансформация образования, предметная область «Труд (Технология)», структурно-функциональная модель, системно-деятельностный подход, компетентностный подход, конструктивизм, конструкционизм, общеобразовательная школа

**A THEORETICAL MODEL OF THE FORMATION
OF TECHNOLOGICAL THINKING IN GENERAL
EDUCATION SCHOOLCHILDREN IN THE CONTEXT
OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION**

Shulenin A. V., Shokorova L. V.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Altai State Pedagogical University”, Barnaul, Russian Federation,
e-mail: eokgph@gmail.com*

The renewal of the subject area “Labor (Technology)” and the digital transformation of education actualize the task of forming schoolchildren’s technological thinking. The purpose of the study is to develop and theoretically substantiate a structural-functional model of the formation of technological thinking in general education schoolchildren, in which 3D modeling acts as a system-forming didactic tool. Materials and methods. The study was carried out in a theoretical design: a structured selection of sources (normative legal acts, primary works of the classics of psychological and pedagogical science, peer-reviewed publications of 2016–2026) was performed, followed by their comparative and conceptual-terminological analysis; pedagogical modeling was applied. Results. A methodological triad is substantiated: the system-activity, competence-based and constructivist (in its constructionist development) approaches; the concepts of technical, engineering, design and technological thinking are differentiated; technological thinking is defined as an integrative five-component construct; a model of five interrelated blocks is developed, united by the cross-cutting line of 3D modeling and aligned with the age-related placement of the corresponding modules in the federal work programs; a comparison with competing concepts of Russian pedagogy is performed. Limitations. The model has the status of a scientific hypothesis: empirical data on its effectiveness are not yet available; the program of the forthcoming experimental validation, including diagnostic tools, sample characteristics, stages and a statistical analysis plan, is described in the article.

Keywords: technological thinking, 3D modeling, digital transformation of education, subject area “Labor (Technology)”, structural-functional model, system-activity approach, constructivism, constructionism, general education school, competence-based approach

Введение

Стратегические документы, определяющие развитие российского образования, ставят задачу обновления содержания и методов обучения предметной области «Технология» (с 2024/2025 учебного года – «Труд (Технология)») в качестве одного из приоритетов государственной образовательной политики. В Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 обновление содержания и совершенствование методов обучения предметной области «Технология» прямо названы в числе задач достижения глобальной конкурентоспособности российского образования (подпункт «б» пункта 5) [1]. Данный стратегический курс получил развитие в системе национальных целей на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г., среди которых – достижение технологического лидерства и реализация потенциала каждого человека [2]. Концепция преподавания предметной области «Технология» прямо определяет в качестве цели создание условий для формирования технологической грамотности, критического и креативного мышления обучающихся, а формирование технологического мышления закрепляет как планируемый результат освоения предмета [3]. Федеральные государственные образовательные стандарты начального и основного общего образования ориентируют образовательный процесс на достижение метапредметных результатов, связанных с преобразовательной деятельностью, и на широкое использование цифровых технологий [4; 5].

Вместе с тем в теории и практике технологического образования сохраняется ряд противоречий: между потребностью экономики в специалистах с развитым технологическим мышлением и преимущественной ориентацией школьной практики на ручной труд; между высоким дидактическим потенциалом цифровых средств обучения, прежде всего 3D-моделирования и прототипирования, и фрагментарностью их применения на уроках предмета «Труд (Технология)»; между наличием отдельных эмпирических исследований дидактических возможностей 3D-технологий [6; 7] и тем, что, по результатам выполненного авторами структурированного отбора и анализа публикаций (см. раздел «Материал и методы исследования»), целостная теоретическая модель формирования технологического мышления обучающихся в условиях цифровой трансформации образования, охватывающая уровни начального и основного общего образования, в проанализированном массиве источников не представлена.

Разрешение указанных противоречий определяет проблему настоящего исследования: каковы теоретико-методологические основания и структурно-функциональные характеристики модели формирования технологического мышления обучающихся общеобразовательной школы в условиях цифровой трансформации образования?

Цель исследования – разработать и теоретически обосновать структурно-функциональную модель формирования технологического мышления обучающихся общеобразовательной школы в условиях цифровой трансформации образования, в которой системообразующим дидактическим средством выступает 3D-моделирование.

Материалы и методы исследования

Исследование носит теоретический характер и выполнено на основе комплекса взаимодополняющих методов: теоретического анализа философской, психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования; анализа нормативных правовых документов, регламентирующих преподавание предметной области «Труд (Технология)»; сравнительно-сопоставительного анализа отечественных и зарубежных концепций технологического образования; понятийно-терминологического анализа; педагогического моделирования. Выполненный обзор литературы по своему типу является теоретическим (нарративным) обзором с элементами систематизированного поиска и не претендует на статус систематического обзора; вместе с тем для обеспечения прозрачности и воспроизводимости процедуры отбора ниже приводятся ее ключевые параметры, раскрываемые с опорой на отдельные позиции рекомендаций PRISMA 2020 [8]. Поиск проводился в период с октября 2025 г. по июль 2026 г. в научных электронных библиотеках eLIBRARY.RU и «КиберЛенинка» (для зарубежных публикаций дополнительно использовался Google Scholar) по ключевым словам «технологическое мышление», «техническое мышление», «инженерное мышление», «3D-моделирование», «прототипирование», «цифровая трансформация образования», «Труд (Технология)», а также их англоязычным эквивалентам (technological thinking, 3D modeling, prototyping, technology education). Критерии включения: рецензируемые публикации 2016–2026 гг., релевантные конструктору технологического мышления и средствам его формирования; первичные труды классиков психолого-педагогической науки, задающие методологические основания; действующие нормативные правовые акты. Кри-

теории исключения: учебно-методические материалы без научной новизны, тезисы без полного текста, дубликаты, источники без полной библиографической идентификации. Всего выявлено 293 записи; после удаления дубликатов осталось 254; по результатам скрининга названий и аннотаций для полнотекстовой оценки отобрано 79 работ; в итоговый анализ включено 48 источников, в том числе 8 нормативных правовых актов. Материалом исследования послужили нормативные документы, классические труды по психологии мышления и деятельности, работы по методологии педагогики, исследования в области теории и методики технологического образования, а также зарубежные источники по проблемам технологического и инженерного образования.

Результаты исследования и их обсуждение

Методологическую основу разрабатываемой модели составляет триада взаимодополняющих подходов: системно-деятельностного, компетентностного и конструктивистского.

Системно-деятельностный подход выступает общенаучной основой исследования. Согласно культурно-исторической теории Л. С. Выготского, высшие психические функции, к которым относится и технологическое мышление, формируются в процессе присвоения культурно выработанных способов деятельности [9, с. 90]. Положение А. Н. Леонтьева о единстве сознания и деятельности [10, с. 125] означает, что технологическое мышление не может быть сформировано вне преобразовательной деятельности самого обучающегося. Теория планомерно-поэтапного формирования умственных действий П. Я. Гальперина [11, с. 322; 12] задает механизм интериоризации: внешние материальные действия с объектами (в том числе с цифровыми моделями) закономерно преобразуются во внутренние умственные операции. Применительно к урокам предмета «Труд (Технология)» системно-деятельностный подход реализуется в организации самостоятельной познавательной и преобразовательной деятельности школьников, при которой новые знания не передаются в готовом виде, а «открываются» обучающимися в процессе решения учебных проблем [13; 14]. Именно этот подход заложен в действующие федеральные государственные образовательные стандарты и определяет требования к структуре учебного занятия и системе универсальных учебных действий [4; 5].

Компетентностный подход определяет результативно-целевую рамку модели.

Технологическое мышление в логике данного подхода рассматривается не как сумма знаний о технологиях, а как готовность и способность обучающегося мобилизовать знания, умения и ценностные установки для решения практических преобразовательных задач [15]. Компетентностный подход позволяет операционализировать результаты формирования технологического мышления в виде диагностируемых уровней и критериев, что принципиально важно для последующей опытно-экспериментальной проверки модели [16].

Конструктивистский подход обосновывает выбор ведущего дидактического средства. При этом необходимо терминологическое разграничение: конструктивизм представляет собой эпистемологическую позицию, согласно которой знание конструируется субъектом в процессе активного взаимодействия со средой (генетическая эпистемология Ж. Пиаже) [17, с. 21; 18], тогда как конструкционизм С. Пейперта является его педагогическим развитием, переносящим акцент на создание обучающимся внешнего продукта; в настоящей работе конструктивистский подход используется именно в этой конструкционистской конкретизации. С. Пейперт показал, что обучение протекает особенно эффективно, когда обучающийся создает внешний, публично обсуждаемый продукт – «объект, с которым можно думать» [19, с. 20; 20]. Трехмерная цифровая модель и ее материализованный прототип, изготовленный на 3D-принтере, представляют собой классический пример такого объекта: в них овещается замысел обучающегося, а расхождение между замыслом и результатом становится источником рефлексии и нового цикла проектирования. Эмпирическое подтверждение конструкционистского механизма применительно к трехмерному моделированию получено, в частности, в исследовании О.-Л. Ng и Т. Chan, выполненном в дизайне design-based research: включение задач по созданию цифровых 3D-моделей в обучение школьников 10–13 лет сопровождалось измеряемым улучшением освоения представлений о форме и пространстве [21].

Взаимодополнительность подходов состоит в следующем: системно-деятельностный подход отвечает на вопрос, каков механизм формирования технологического мышления (интериоризация преобразовательной деятельности); компетентностный – на вопрос, каков планируемый и диагностируемый результат; конструктивистский – на вопрос, в какой среде и посредством каких дидактических средств этот механизм запускается наиболее эффективно.

Понятийно-категориальный аппарат исследования. Центральной категорией исследования является технологическое мышление. Анализ литературы показывает, что данное понятие складывалось в отечественной педагогике в русле идей политехнического образования. П. Р. Атутов рассматривал технологическое мышление в контексте технологической подготовки как направленности личности на преобразовательную деятельность [22, с. 12]. В Концепции преподавания предметной области «Технология» и федеральной рабочей программе по учебному предмету «Труд (Технология)» технологическое мышление определяется как нацеленность человека на преобразовательную деятельность по созданию материальных и духовных ценностей, предполагающую поиск оптимальных средств преобразования материи, энергии и информации в необходимый людям продукт и подчиняющаяся логике «потребность – цель – способ – результат» (пояснительная записка федеральной рабочей программы, входящей в состав федеральной образовательной программы основного общего образования) [3; 23; 24].

Для уточнения объема понятия необходимо его разграничение со смежными категориями. Техническое мышление традиционно трактуется как оперирование техническими образами и понятиями при решении задач, связанных с устройством и функционированием технических объектов; его классическая трехкомпонентная структура (понятие – образ – действие) раскрыта в работах Т. В. Кудрявцева [25, с. 258]. Инженерное мышление характеризуется направленностью на создание новых технических систем с учетом научных, экономических и социальных ограничений; исторически оно рассматривалось применительно к профессиональной инженерной подготовке, однако в современных исследованиях обоснована целесообразность его пропедевтического развития уже на уровне общего образования [26]. Дизайнерское мышление (design thinking) акцентирует эмпатию к пользователю, генерацию альтернатив и итеративное прототипирование [27]. Технологическое мышление, по мнению авторов, является более широкой, интегративной категорией школьного образования: оно включает элементы технического, проектного и дизайнерского мышления, но не сводится к ним, поскольку охватывает весь цикл преобразовательной деятельности – от осознания потребности до оценки последствий полученного результата с позиций технологической, экономической и экологической целесообразности.

В понятийный аппарат исследования входят также категории «цифровая трансформация образования» – процесс интеграции цифровых технологий в образовательную деятельность, ведущий к изменению ее целей, содержания, методов и организационных форм [28; 29]; «3D-моделирование» – процесс создания трехмерных цифровых моделей объектов средствами специализированного программного обеспечения с возможностью их последующей материализации средствами аддитивных технологий [30]; «системообразующее дидактическое средство» – средство обучения, вокруг которого выстраиваются и которым связываются в целостность содержание, методы и формы организации образовательного процесса.

Авторская трактовка технологического мышления. Обобщение рассмотренных позиций позволяет предложить следующее рабочее определение. Технологическое мышление обучающегося общеобразовательной школы – это интегративное личностное образование, представляющее собой систему взаимосвязанных мыслительных действий и ценностных ориентаций, обеспечивающих осознанное осуществление полного цикла преобразовательной деятельности (анализ потребности – постановка цели – проектирование способа – моделирование – реализация – рефлексия результата) с использованием традиционных и цифровых технологий и с учетом критериев технологической, экономической, экологической и социальной целесообразности.

В структуре технологического мышления выделяются пять компонентов:

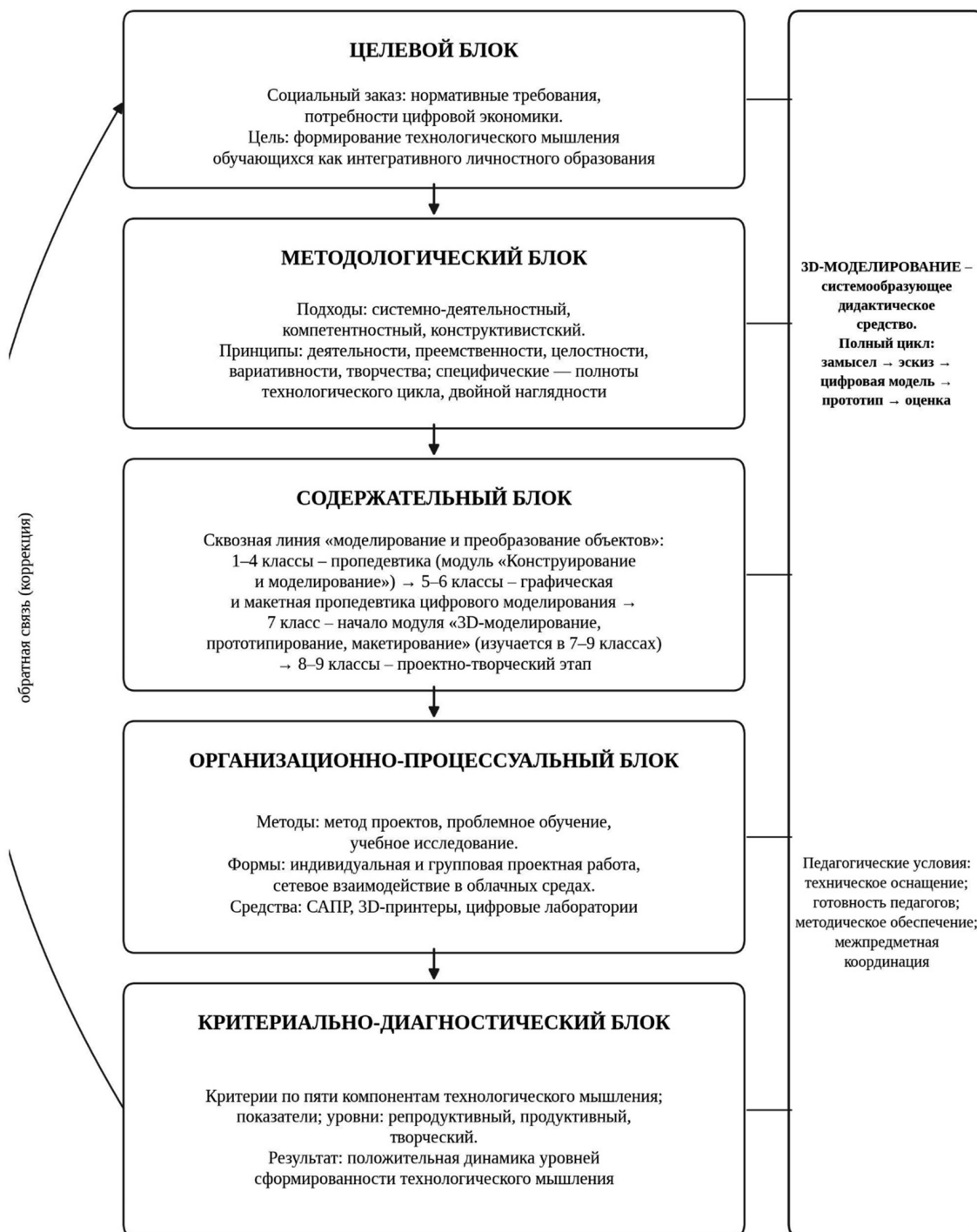
1) мотивационно-ценностный – устойчивый интерес к преобразовательной деятельности, ценностное отношение к труду и техносфере;

2) когнитивный – система технико-технологических знаний, представлений о технологическом цикле, свойствах материалов, цифровых инструментах;

3) операционально-деятельностный – владение мыслительными операциями (анализ, синтез, сравнение, обобщение, пространственные преобразования) и практическими умениями работы с материальными и цифровыми объектами;

4) проектно-творческий – способность выдвигать и разрабатывать альтернативные решения, осуществлять эскизный поиск, конструировать и модифицировать модели;

5) рефлексивно-оценочный – способность оценивать процесс и результат деятельности, выявлять несоответствия замыслу, определять направления доработки.



Структурно-функциональная модель формирования технологического мышления обучающихся общеобразовательной школы

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Структурно-функциональная модель формирования технологического мышления. Разработанная модель представляет собой теоретический конструкт, отображающий целостный педагогический процесс формирования технологического мышле-

ния обучающихся на уровнях начального и основного общего образования и включающий пять взаимосвязанных блоков (рисунок).

Целевой блок задает социальный заказ (нормативные требования, потребности

цифровой экономики) и цель – формирование технологического мышления обучающихся как интегративного личностного образования.

Методологический блок фиксирует триаду подходов (системно-деятельностный, компетентностный, конструктивистский) и систему принципов: деятельности, непрерывности и преемственности уровней образования, целостности, психологической комфортности, вариативности, творчества, а также специфические принципы – принцип полноты технологического цикла (каждая единица содержания проходит от замысла до материализованного результата) и принцип двойной наглядности (единство цифровой модели и материально-го прототипа).

Содержательный блок строится как сквозная содержательная линия «моделирование и преобразование объектов», развертываемая с учетом возрастных особенностей: на уровне начального общего образования – пропедевтика (объемное конструирование из бумаги и конструкторов, простейшие среды объемного моделирования, формирование пространственных представлений и элементарных проектных умений в соответствии с модулем «Конструирование и моделирование» федеральной рабочей программы по учебному предмету «Труд (Технология)» для 1–4-х классов [31]); на уровне 5–7-х классов – базовый этап: в 5–6-х классах – графическая и макетная пропедевтика цифрового моделирования (чтение и выполнение эскизов и чертежей, объемное макетирование из листовых материалов в логике инвариантных модулей «Производство и технологии» и «Компьютерная графика. Черчение»), с 7-го класса – начало систематического освоения инвариантного модуля «3D-моделирование, прототипирование, макетирование», размещенного федеральной рабочей программой в 7–9-х классах [23], включая работу в системах автоматизированного проектирования учебного уровня и изготовление прототипов; на уровне 8–9-х классов – проектно-творческий этап в рамках того же инвариантного модуля (комплексные дизайн-проекты, решение реальных проблем, элементы инженерных расчетов, олимпиадная подготовка).

Конкретизируем возрастную развертку содержательной линии на уровне типовых заданий. На пропедевтическом этапе (1–4-е классы) используются задания предметно-манипулятивного и элементарного цифрового характера: конструирование объемных фигур из разверток; сборка моделей из конструктора по образцу, схеме и собствен-

ному замыслу; упражнения на мысленное вращение и достраивание фигур; создание простейших цифровых моделей в браузерной среде («брелок с инициалами», «медаль победителю школьного конкурса», «домик для настольной игры») с последующей печатью при помощи учителя [32]. На базовом этапе, в 5–6-х классах, выполняются задания графико-макетного характера: выполнение эскиза и чертежа изделия, построение и склеивание развертки, объемное макетирование из листовых материалов, а также ознакомительная работа в браузерных средах моделирования на пропедевтическом уровне (в том числе во внеурочной деятельности); с 7-го класса задания предполагают самостоятельную работу в системах автоматизированного проектирования учебного уровня: построение модели детали по чертежу и выполнение эскиза по готовой модели; моделирование и печать функциональных изделий («органайзер для канцелярских принадлежностей», «крючок-держатель», «ремонтная деталь для школьного оборудования – заглушка, фиксатор»); анализ и доработка модели по результатам пробной печати [6]. На проектно-творческом этапе (8–9-е классы) выполняются комплексные дизайн-проекты полного цикла («прототип настольного светильника», «эргономичное приспособление для человека с ограниченными возможностями здоровья», «сувенирная продукция к юбилею школы») с обоснованием конструкции, экономическим расчетом и защитой проекта, а также задания олимпиадного типа, соответствующие практическому туру всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии) [7]. Описанная линия заданий может быть продолжена и углублена в системе дополнительного образования, обладающей значительным потенциалом развития детского технического творчества средствами 3D-моделирования [33].

Организационно-процессуальный блок определяет ведущие методы (метод проектов [34], проблемное обучение, учебное исследование), формы (индивидуальная, групповая проектная работа, сетевое взаимодействие в облачных средах) и средства (среды 3D-моделирования, 3D-принтеры, виртуальные доски, цифровые лаборатории). Этапность формирования соответствует логике интериоризации: от совместного действия с материальными и экранными объектами – к самостоятельному внутреннему планированию преобразовательной деятельности [11, с. 326].

Критериально-диагностический блок включает критерии, соотнесенные с пятью выделенными компонентами технологиче-

ского мышления, соответствующие им показатели и три уровня сформированности: репродуктивный (выполнение действий по образцу), продуктивный (самостоятельное решение типовых преобразовательных задач с переносом способов), творческий (самостоятельная постановка проблем, разработка оригинальных решений, аргументированная рефлексия). Результативный элемент блока – положительная динамика уровней сформированности технологического мышления.

Функциями модели выступают: прогностическая (определение планируемых результатов), организационная (упорядочение компонентов образовательного процесса), интегративная (связывание уровней образования и учебных предметов) и диагностическая. Реализация модели предполагает комплекс педагогических условий: техническое оснащение и доступность программных средств; готовность педагогов к применению технологий 3D-моделирования; методическое обеспечение сквозной содержательной линии; междисциплинарная координация с курсами информатики, математики, изобразительного искусства, учитывающая современные тенденции развития школьной информатики [6; 32; 35].

Обоснование выбора 3D-моделирования как системообразующего средства. Выбор 3D-моделирования в качестве средства, связывающего блоки модели в целостность, обосновывается совокупностью аргументов.

Во-первых, критерий полноты технологического цикла: 3D-моделирование в связке с аддитивными технологиями позволяет обучающемуся в рамках учебного времени пройти весь цикл «потребность – замысел – эскиз – цифровая модель – прототип – оценка», что согласуется с принятой трактовкой технологического мышления и подтверждается описаниями практического опыта [36]. По сравнению с традиционными средствами трудового обучения такая связка обеспечивает существенно более быструю и наглядную обратную связь между проектным решением и материальным результатом.

Во-вторых, психолого-дидактический критерий: по данным эмпирических и обзорных работ, деятельность по трехмерному моделированию сопряжена с развитием пространственного мышления, мыслительных операций анализа и синтеза, а материализация модели – с ростом учебной мотивации и возможностями персонализации учебных задач [32; 37]. Следует подчеркнуть, что имеющиеся отечественные данные носят преимущественно описательный и корреляционный характер; экспериментальные подтверждения отдельных

эффектов получены в зарубежных исследованиях [21], а строгая проверка причинных эффектов 3D-моделирования в условиях отечественной школы отнесена к задачам планируемой опытно-экспериментальной работы. Цифровая модель выступает «объектом, с которым можно думать» в терминологии конструкционизма, обеспечивая наглядность абстрактных геометрических и технических понятий.

В-третьих, критерий межпредметной интеграции: 3D-моделирование опирается на содержание геометрии, информатики, физики, изобразительного искусства и тем самым реализует интегративный потенциал предметной области «Труд (Технология)», а также логику STEM/STEAM-подхода, закрепленную, в частности, в стандартах технологической и инженерной грамотности ИТЭЕА (STEL, версия 2020 г.) [38; 39].

В-четвертых, критерий преемственности: линия объемного моделирования допускает возрастную развертку от пропедевтики в начальной школе до инженерно-ориентированных проектов в основной школе, что обеспечивает непрерывность формирования технологического мышления между уровнями общего образования, закрепленную федеральными рабочими программами обоих уровней (модуль «Конструирование и моделирование» в 1–4-х классах; инвариантный модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» в 7–9-х классах) [31; 23], – требование, слабо реализуемое в конкурирующих подходах.

В-пятых, нормативный и профориентационный критерии: модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» закреплен в федеральной рабочей программе по учебному предмету «Труд (Технология)» [23]; практический тур всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии) включает профиль 3D-моделирования и печати, что подтверждает институциональное признание данного средства [7]; согласно прогнозно-аналитическим оценкам, владение трехмерным моделированием входит в состав надпрофессиональных навыков широкого круга профессий будущего [40], а профориентационный потенциал обучения 3D-моделированию описан в опыте практической работы со школьниками [41], что может создавать основу осознанного профессионального самоопределения обучающихся.

Сравнение с конкурирующими концепциями отечественной педагогики. Предлагаемая модель развивает и одновременно переосмысляет ряд сложившихся в отечественной педагогике концепций технологической подготовки школьников (таблица).

Сопоставление концепций формирования
преобразовательного мышления школьников

Концепция	Целевая доминанта	Ведущее средство	Ограничения в условиях цифровой трансформации
Политехническое образование	Освоение научных основ производства, соединение обучения с производительным трудом	Ознакомление с отраслями производства, трудовая практика	Ориентация на промышленную технику; цифровое проектирование не входило в предмет рассмотрения
Технологическая культура	Формирование технологической культуры как компонента общей культуры личности	Технологическая подготовка в широком культурном контексте	Высокая степень общности; недостаточная операционализация результатов для диагностики
Проектный метод в технологическом образовании	Освоение проектной деятельности, достижение осязаемого практического результата	Учебный творческий проект	Средство изготовления не является системообразующим; цикл «модель – прототип» часто редуцирован к ручным технологиям
STEM/STEAM-подход	Межпредметная интеграция естественных наук, технологии, инженерии, искусства и математики	Интегрированные практико-ориентированные задания, цифровые инструменты	Заемствованный характер; слабая связь с нормативной структурой предмета «Труд (Технология)» и с категорией технологического мышления
Предлагаемая модель	Формирование технологического мышления как интегративного личностного образования	3D-моделирование как системообразующее средство полного технологического цикла	Требует технического оснащения и специальной подготовки педагогов

Примечание: составлена авторами методом сравнительно-сопоставительного анализа концепций по трем критериям (целевая доминанта; ведущее дидактическое средство; ограничения в условиях цифровой трансформации). Источники по концепциям: политехническое образование [22]; технологическая культура [42, с. 10; 43, с. 38]; проектный метод [34, с. 66]; STEM/STEAM-подход [39].

От политехнической концепции предлагаемая модель наследует идею соединения обучения с преобразовательной деятельностью, однако переносит акцент с ознакомления с производством на формирование мышления как личностного образования и замещает индустриальный контекст цифровым. С концепцией технологической культуры модель солидарна в понимании ценностного измерения технологической подготовки (что отражено в мотивационно-ценностном компоненте), но, в отличие от нее, предлагает операционализированную структуру результата и уровневую диагностику, отвечая требованиям компетентностного подхода. По отношению к проектному методу модель выступает не альтернативой, а конкретизацией: метод проектов сохраняется как ведущий метод организационно-процессуального блока, однако системообразующая роль передается средству – 3D-моделированию, которое обеспечивает технологичность, воспроизводимость и полноту проектного цикла. Наконец, в отличие от STEM/STEAM-подхода, ориентированного преимущественно на межпредметную интеграцию как таковую, предлагаемая модель укорене-

на в нормативной структуре отечественного предмета «Труд (Технология)» и в категориальном аппарате российской психолого-педагогической традиции – прежде всего в деятельностной теории мышления.

Научная новизна представленных результатов состоит в следующем: уточнено понятие технологического мышления обучающегося общеобразовательной школы и раскрыта его пятикомпонентная структура; разработана структурно-функциональная модель формирования технологического мышления, впервые связывающая уровни начального и основного общего образования сквозной линией 3D-моделирования; сформулированы специфические принципы (полноты технологического цикла, двойной наглядности) и критериальная база диагностики. Теоретическая значимость заключается в развитии теории и методики обучения предметной области «Труд (Технология)» в условиях цифровой трансформации; практическая значимость – в возможности использования модели при проектировании рабочих программ, модулей внеурочной деятельности и программ повышения квалификации учителей предмета «Труд (Технология)».

Перспективы опытно-экспериментальной проверки модели. Разработанная модель на данном этапе имеет статус теоретического конструкта, выполняющего функцию научной гипотезы, поэтому обязательным продолжением исследования выступает ее эмпирическая валидация. Программа опытно-экспериментальной работы включает следующие характеристики.

База и выборка исследования. Опыт-но-экспериментальную работу планирует-ся провести на базе общеобразовательных организаций г. Барнаула. Для согласования эмпирической проверки с заявленным охва-том модели в выборку включаются обучаю-щиеся всех классов обоих уровней общего образования: 1–4-е классы (пропедевти-ческий этап реализации модели) и 5–9-е классы (базовый и проектно-творческий этапы, включая выпускной 9 класс, на кото-рый приходится завершение инвариантного модуля «3D-моделирование, прототипиро-вание, макетирование»). При этом диагно-стические процедуры дифференцируются по возрасту: в 1–2-х классах, с учетом адап-тационного периода и несформированности навыка смыслового чтения, применяются исключительно неопросные методы (струк-турированное наблюдение по картам фикса-ции, анализ продуктов конструкторской де-ятельности, экспертная оценка выполнения практических заданий), а формирующее воздействие реализуется в рамках штатно-го содержания модуля «Конструирование и моделирование» без дополнительной на-грузки; начиная с 3-го класса добавляются бланковые и тестовые процедуры. На каж-дом уровне формируются эксперименталь-ные и контрольные группы, сопоставимые по исходным характеристикам (параллель, программа обучения, результаты входной диагностики); планируемый объем выбор-ки – не менее 360 обучающихся (не ме-нее 180 на уровне начального и не менее 180 на уровне основного общего образова-ния), объединенных не менее чем в 16 класс-комплектов не менее чем четырех школ, что обеспечивает необходимую вариатив-ность кластеров для многоуровневого ана-лиза, а также учителя предмета «Труд (Тех-нология)» и учителя начальных классов, реализующих программу эксперимента.

Этапы эксперимента. Констатирующий этап (2026/2027 учебный год) предусматри-вает разработку и экспертизу диагностиче-ского инструментария, его пилотную апро-бацию, входные диагностические срезы в экспериментальных и контрольных груп-пах, анализ состояния практики применения 3D-моделирования в школах базы исследо-вания. Формирующий этап (2027/2028 учеб-

ный год) предполагает реализацию в экс-периментальных группах сквозной содер-жательной линии и комплекса педагогиче-ских условий, предусмотренных моделью, при обучении контрольных групп по тра-диционным программам. Контрольно-обоб-щающий этап (2028/2029 учебный год) включает итоговые диагностические срезы, статистическую обработку и интерпрета-цию данных, коррекцию модели. Основ-ной стратегией анализа выступают много-уровневые (иерархические) модели со слу-чайными эффектами класса и школы, учи-тывающие кластеризацию обучающихся, эффекты учителей и повторные измерения, с включением входного уровня диагности-руемого показателя в качестве ковариан-ты для контроля исходных различий [44]; для порядковых распределений по уровням сформированности будут применяться по-рядковые логистические модели со слу-чайными эффектами. Для множественных исходов (пять компонентов технологиче-ского мышления) предусмотрена поправка на множественные сравнения по процедуре Бенджамини – Хохберга. Наряду со стати-стической значимостью будут рассчиты-ваться и содержательно интерпретирова-ться размеры эффектов (стандартизован-ная разность средних Хеджеса, отношения шансов) с 95 %-ными доверительными ин-тервалами с опорой на эмпирические ори-ентиры величин эффектов образовательных вмешательств [45]; априорный расчет мощ-ности выполняется с учетом внутриклассо-вой корреляции и дизайн-эффекта. Тради-ционные непараметрические критерии – χ^2 Пирсона для сопоставления распределений по уровням, U-критерий Манна – Уитни для независимых выборок и критерии зна-ковых рангов Вилкоксона для парных срав-нений «до – после» внутри групп – будут использоваться исключительно в рамках анализа чувствительности, дополняющего основную многоуровневую стратегию.

Диагностический инструментарий стро-ится с обязательным учетом возрастных границ применимости и психометриче-ской обоснованности методик и диффе-ренцируется по трем возрастным полосам. Для обучающихся 7–9-х классов использу-ются: методика диагностики направленно-сти учебной мотивации Т. Д. Дубовицкой [46] – строго с 13 лет и только после пред-варительной проверки психометрических характеристик на школьную подвыборке, поскольку методика допускает применение примерно с 12 лет, а ее исходная психоме-трическая проверка выполнялась преимущ-ественно на выборке старшего юноше-ского возраста (мотивационно-ценностный

компонент); тест пространственного мышления И. С. Якиманской, В. Г. Зархина, Х.-М. Х. Кадаяс [47], нормированный на обучающихся 7–8-х классов, – в 7–8-х классах в пределах имеющихся норм, а в 9-х классах – только после набора локальных норм в пилотаже (операционально-деятельностный компонент); методика диагностики рефлексивности А. В. Карпова [48], валидизированная на взрослых выборках, – исключительно в исследовательских целях в 8–9-х классах и только после отдельной пилотной проверки на школьной выборке, включающей оценку понятности формулировок, внутренней согласованности и факторной структуры (рефлексивно-оценочный компонент). Для обучающихся 5–6-х классов стандартизированные подростковые опросники не применяются: используются авторская анкета отношения к преобразовательной деятельности, возрастосообразные задания на пространственные преобразования и рефлексивные листы, проходящие полный цикл психометрического обоснования. Для обучающихся 1–4-х классов применяются исключительно возрастосообразные процедуры: структурированное наблюдение, анализ продуктов деятельности, предметные задания, беседа и листы структурированной самооценки (с 3-го класса). Сквозными для 3–9-х классов выступают критериально-ориентированные предметные тесты, разрабатываемые на основе содержания федеральных рабочих программ [23] (когнитивный компонент), практические задания в среде трехмерного моделирования с оценкой по критериальным картам, а также экспертная оценка учебных проектов по параметрам новизны, вариативности решений и полноты технологического цикла с использованием элементов модели диагностики проектно-технологического мышления Я. М. Машукова [49], разработанной для обучающихся средней школы по предмету «Труд (Технология)» и потому соответствующей возрастному диапазону 5–9-х классов (проектно-творческий компонент). Все авторские и адаптируемые инструменты проходят процедуру психометрического обоснования: экспертную валидизацию содержания, пилотную апробацию, оценку внутренней согласованности (альфа Кронбаха не ниже 0,7), проверку ретестовой надежности и согласованности экспертных оценок (коэффициент каппа Коэна, коэффициент конкордации Кендалла); для каждого инструмента будут определены показатели и шкалы перевода в уровни (репродуктивный, продуктивный, творческий).

Ограничения исследования. Во-первых, работа носит теоретический характер:

эмпирические данные об эффективности, устойчивости и практической применимости модели отсутствуют, поэтому модель имеет статус научной гипотезы, а все содержащееся в статье суждения о ее результативности следует рассматривать как проверяемые предположения. Во-вторых, в 1–2-х классах эмпирическая проверка опирается исключительно на неопросные методы (наблюдение, анализ продуктов деятельности, экспертная оценка), что ограничивает прямую сопоставимость данных этой возрастной группы с результатами обучающихся 3–9-х классов. В-третьих, суждения о развивающих возможностях 3D-моделирования опираются на преимущественно описательные и корреляционные данные опубликованных исследований; причинные эффекты подлежат проверке в контролируемом дизайне. В-четвертых, отбор литературы ограничен указанными базами, периодом поиска и языками публикаций, что могло повлиять на полноту охвата источников.

Заключение

Проведенное теоретическое исследование позволило обосновать методологическую триаду (системно-деятельностный, компетентностный, конструктивистский подходы), уточнить понятийно-категориальный аппарат и предложить авторскую трактовку технологического мышления обучающихся общеобразовательной школы, а также разработать структурно-функциональную модель его формирования, системообразующим средством которой выступает 3D-моделирование. Сопоставление с конкурирующими концепциями отечественной педагогики показало, что предлагаемая модель сохраняет преемственность с традицией политехнического и технологического образования, одновременно отвечая на вызовы цифровой трансформации. Модель носит гипотетический характер; суждение о ее эффективности будет вынесено по итогам опытно-экспериментальной работы, программа которой – диагностический инструментарий, выборка и этапы – охарактеризована в статье.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018. № 20. Ст. 2817. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 10.07.2026).
2. Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2024. № 20. Ст. 2584. [Электронный ресурс]. URL:

<http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения: 07.08.2026).

3. Концепция преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы: утв. коллегией Министерства просвещения Российской Федерации 24 декабря 2018 г. // Министерство просвещения Российской Федерации: официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa/> (дата обращения: 10.07.2026).

4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 № 287 «Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 05 июля 2021 г., рег. № 64101) // Официальный интернет-портал правовой информации. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (дата обращения: 10.07.2026).

5. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 286 «Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 05 июля 2021 г., рег. № 64100) // Официальный интернет-портал правовой информации. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (дата обращения: 10.07.2026).

6. Быков С. А. Интеграция цифровых технологий в преподавание предмета «Труд (Технология)»: роль 3D-моделирования // Образование Луганщины: теория и практика. 2025. № 1 (42). С. 33–35. URL: <https://elibrary.ru/lwjzdu> (дата обращения: 10.07.2026). EDN: LWJZDU.

7. Мочалов Г. А. Задания практического тура (3D-моделирование и печать) Всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии) 2025 года // Школа и производство. 2025. № 7. С. 3–12. DOI: 10.47639/0037-4024_2025_7_3-12. EDN: BECMIT.

8. Page M. J., McKenzie J. E., Bossuyt P. M., Boutron I., Hoffmann T. C., Mulrow C. D., Shamseer L., Tetzlaff J. M., Akl E. A., Brennan S. E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J. M., Hróbjartsson A., Lalu M. M., Li T., Loder E. W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L. A., Stewart L. A., Thomas J., Tricco A. C., Welch V. A., Whiting P., Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews // BMJ. 2021. Vol. 372. Art. 71. DOI: 10.1136/bmj.n71.

9. Выготский Л. С. Мышление и речь. 5-е изд., испр. М.: Лабиринт, 1999. 352 с.

10. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность: учебное пособие. 2-е изд., стер. М.: Смысл: Академия, 2005. 352 с.

11. Гальперин П. Я. Лекции по психологии: учебное пособие. М.: Книжный дом «Университет»: Высшая школа, 2002. 400 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://psychlib.ru/mgppu/Glp-2002/Glp-400.htm> (дата обращения: 07.08.2026).

12. Поскребышева Н. Н. Особенности практических занятий по теории планомерно-поэтапного формирования умственных действий и понятий П. Я. Гальперина // Национальный психологический журнал. 2017. № 3 (27). С. 76–81. DOI: 10.11621/npj.2017.0309. EDN: ZIOXJF.

13. Балашов А. М. Вопросы активизации познавательной активности обучающихся на занятиях по дисциплине «Технология» // Профессиональное образование в современном мире. 2025. Т. 15. № 2. С. 289–295. DOI: 10.20913/2618-7515-2025-2-10. EDN: LFPBTI.

14. Находкина И. И. Педагогические условия развития познавательной самостоятельности младших школьников в процессе обучения образовательной робототехнике // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 12–1. С. 147–151. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39874> (дата обращения: 10.07.2026). DOI: 10.17513/snt.39874. EDN: YZGRPX.

15. Хуторской А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования // Народное образование. 2003. № 2. С. 58–64. URL: <https://narodnoe.org/journals/narodnoe-obrazovanie/2003-2/klyuchevie-kompetencii-kak-komponent-lichnostno-orientirovannoiy-paradigmi-obrazovaniya> (дата обращения: 07.08.2026). EDN: SGUKTL.

16. Агибова И. М., Вязанкова В. В. Критерии и уровни соответствия педагогических заданий компетентному подходу // Вектор гуманитарной мысли. 2023. № 1. С. 51–67. URL: <http://vectorgm.ru/data/mc/0001/0013.pdf> (дата обращения: 10.07.2026). EDN: OAOPMB.

17. Пиаже Ж. Психология интеллекта / пер. с фр. СПб.: Питер, 2003. 192 с.

18. Мамченко А. А. Современный конструктивизм: образование как процесс субъективации субъекта // Педагогический журнал Башкортостана. 2019. № 1 (80). С. 11–25. URL: <https://elibrary.ru/gqpasd> (дата обращения: 10.07.2026). EDN: GQPASD.

19. Пейперт С. Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи / пер. с англ. М.: Педагогика, 1989. 224 с.

20. Семенов А. Л. Симор Паперт и мы. Конструкционизм – образовательная философия XXI века // Вопросы образования. 2017. № 1. С. 269–294. DOI: 10.17323/1814-9545-2017-1-269-294. EDN: YHZCWI.

21. Ng O.-L., Chan T. Learning as Making: Using 3D computer-aided design to enhance the learning of shape and space in STEM-integrated ways // British Journal of Educational Technology. 2019. Vol. 50. Is. 1. P. 294–308. DOI: 10.1111/bjet.12643.

22. Агутов П. Р. Технология и современное образование // Педагогика. 1996. № 2. С. 11–14.

23. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Труд (технология) (для 5–9 классов образовательных организаций): одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию; введена приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 19 марта 2024 г. № 171. М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», 2024 // Единое содержание общего образования. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2024/07/frp-trud-tehnologiya-5-9-klassy-1-30.07.2024.pdf> (дата обращения: 07.08.2026).

24. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18 мая 2023 г. № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 июля 2023 г., рег. № 74223) // Официальный интернет-портал правовой информации. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307140040> (дата обращения: 07.08.2026).

25. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления (процесс и способы решения технических задач). М.: Педагогика, 1975. 303 с.

26. Зуев П. В., Кошечев Е. С. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения // Педагогическое образование в России. 2016. № 6. С. 44–49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-inzhenernogo-myshleniya-uchaschihsya-v-protsesse-obucheniya> (дата обращения: 10.07.2026).

27. Богданов С. В., Исаева А. Э., Козлова Е. В., Муртузалиева Т. В., Пурлик В. М. Дизайн-мышление как подход к разработке инновационных решений, ориентированных на человека // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). 2022. № 1. С. 3–22. URL: http://vestnik21msu.ru/upload/iblock/642/68qf4zco8m2so7zuztafi3biimo3px8k/Ser_21_2022_1_Text_3_22.pdf (дата обращения: 10.07.2026). EDN: JSPGKF.

28. Рабинович П. Д., Заведенский К. Е., Кушнин М. Э., Храмов Ю. Е., Мелик-Парсаданов А. Р. Цифровая трансформация образования: от изменения средств к разви-

тию деятельности // Информатика и образование. 2020. № 5 (314). С. 4–14. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-5-4-14. EDN: OUUEQK.

29. Уваров А. Ю. Цифровая трансформация и сценарии развития общего образования: аналитический доклад. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 108 с. (Современная аналитика образования. № 16 (46)). URL: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/418228715.pdf> (дата обращения: 10.07.2026). EDN: HRVWNB.

30. Орешкин П. В. Развитие возможностей 3D-моделирования и 3D-печати в дизайне: история эволюции // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С. Г. Строганова. 2021. № 1–2. С. 239–246. URL: https://rgphu.ru/uploads/catalogfiles/3450_26-oreshkin.pdf (дата обращения: 10.07.2026). EDN: QVMFWF.

31. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Труд (Технология)». 1–4 классы. М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования», 2024 // Единое содержание общего образования. [Электронный ресурс]. URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/frp-trud-tehnologiya_1-4_09062024.pdf (дата обращения: 07.08.2026).

32. Суворова Т. Н., Михлякова Е. А. Применение технологий 3D-моделирования для персонализации обучения // Концепт. 2020. № 5 (май). С. 110–129. URL: <https://e-koncept.ru/2020/201038.htm> (дата обращения: 07.08.2026). DOI: 10.24411/2304-120X-2020-11038.

33. Челнокова Т. А., Кубеков Р. Р. Развитие детского технического творчества в процессе обучения 3D-моделированию в системе дополнительного образования // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12. № 2. С. 326–330. DOI: 10.55355/snv2023122321.

34. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В., Петров А. Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие / под ред. Е. С. Полат. М.: Академия, 2000. 272 с. ISBN 5-7695-0321-1.

35. Босова Л. Л. Современные тенденции развития школьной информатики в России и за рубежом // Информатика и образование. 2019. № 1 (300). С. 22–32. DOI: 10.32517/0234-0453-2019-34-1-22-32. EDN: VVXQRG.

36. Зайцева Е. Ю., Иванова О. А. Формирование технологической грамотности у обучающихся средствами 3D-моделирования // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 3 (82). С. 207–211. URL: <https://amnko.ru/index.php/download/file/view/872/82/> (дата обращения: 20.08.2026). EDN: PFTSSH. DOI: 10.24411/1991-5497-2020-00516.

37. Сидоров О. В., Гоферберг А. В., Козуб Л. В. Развитие технологического мышления школьников // Проблемы и перспективы технологического образования в России и за рубежом: сборник материалов III Международной научно-практической конференции (г. Ишим, 18–19 февраля 2021 г.). Ишим: Филиал ТюмГУ в г. Ишиме, 2021. С. 14–17. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/daewik> (дата обращения: 07.08.2026). EDN: DAEWIK.

38. Standards for Technological and Engineering Literacy: The Role of Technology and Engineering in STEM Education

(STEL). 1st ed. Reston, VA: International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA), 2020. 188 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iteea.org/stel> (дата обращения: 07.08.2026). ISBN 978-1-887101-11-0.

39. Константинова Н. В., Карпова С. И. Формирование технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к технологическому обучению // Педагогика и просвещение. 2025. № 1. С. 127–139. DOI: 10.7256/2454-0676.2025.1.73770. EDN: TTVOGQ.

40. Атлас новых профессий 3.0 / под ред. Д. Варламовой, Д. Судакова. М.: Интеллектуальная Литература, 2020. 456 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://atlas100.ru> (дата обращения: 07.08.2026). ISBN 978-5-907274-10-5.

41. Гребнева Д. М., Кокшарова Е. А., Машенко М. В. Мобильная школа 3D-моделирования как средство профориентации учащихся сельских школ // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 9. С. 121–125. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38226> (дата обращения: 07.08.2026).

42. Хотунцев Ю. Л. Технологическое и экологическое образование и технологическая культура школьников. М.: Эдитус, 2007. 243 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/qwdulh> (дата обращения: 10.07.2026). EDN: QWDULH.

43. Симоненко В. Д. Технологическая культура и образование (культурно-технологическая концепция развития общества и образования). Брянск: Издательство БПТУ, 2001. 214 с. ISBN 5-88543-053-5.

44. Hox J. J., Moerbeek M., van de Schoot R. Multilevel Analysis: Techniques and Applications. 3rd ed. New York: Routledge, 2018. 348 p. ISBN 978-1-138-12136-2.

45. Kraft M. A. Interpreting effect sizes of education interventions // Educational Researcher. 2020. Vol. 49. Is. 4. P. 241–253. DOI: 10.3102/0013189X20912798.

46. Дубовицкая Т. Д. Методика диагностики направленности учебной мотивации // Психологическая наука и образование. 2002. Т. 7. № 2. С. 42–45. URL: https://psyjournals.ru/journals/pse/archive/2002_n2/pse_2002_n2_Dubovitskaya.pdf (дата обращения: 07.08.2026).

47. Якиманская И. С., Зархин В. Г., Кадаяс Х.-М. Х. Тест пространственного мышления: опыт разработки и применения // Вопросы психологии. 1991. № 1. С. 128–134.

48. Карпов А. В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики // Психологический журнал. 2003. Т. 24. № 5. С. 45–57.

49. Машуков Я. М. Разработка модели диагностики проектно-технологического мышления у обучающихся средней школы по предмету «Труд (Технология)» в модуле «Робототехника и автоматизированные системы» // Открытое образование. 2025. Т. 29. № 1. С. 15–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-modeli-dagnostiki-proektno-tehnologicheskogo-myshleniya-u-obuchayuschisya-sredney-shkoly-po-predmetu-trud-tehnologiya> (дата обращения: 07.08.2026).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.