ISSN 2500-0608

УКРЕПЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА (HUMAN ENHANCEMENT) ИЛИ КОГНИТИВНЫЙ ДОЛГ (COGNITIVE DEBT): ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Под научной редакцией
Ю.Н. Долгополовой (Корешниковой)

Современная аналитика образования
№ 5 (97)
2026

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ОБРАЗОВАНИЯ

УКРЕПЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА (HUMAN ENHANCEMENT) ИЛИ КОГНИТИВНЫЙ ДОЛГ (COGNITIVE DEBT): ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Серия
Современная аналитика образования

№ 5 (97)
2026

УДК 378.096
ББК 32.813
У 46

Сопредседатели редакционного совета серии:
Я.И. Кузьминов, к.э.н., научный руководитель НИУ ВШЭ;
Е.А. Терентьев, к.социол.н., директор Института образования НИУ ВШЭ

Выпускающий редактор серии:
М.А. Новикова, к.пс.н., научный сотрудник Центра общего и дополнительного образования им. А.А. Пинского Института образования НИУ ВШЭ

Рецензенты:
А.В. Капуза, к.п.н., доцент, заведующая Международной лабораторией проектирования и исследований в онлайн-обучении, старший научный сотрудник Института образования НИУ ВШЭ;
Е.М. Лысова-Голомзина, ведущий аналитик Лаборатории проектирования содержания образования, преподаватель Департамента образовательных программ Института образования НИУ ВШЭ

Авторы:
Ю.Н. Долгополова (Корешникова) (введение, раздел 1.1, глава 3),
А.А. Котов (раздел 1.2), М.А. Юсупова (раздел 2.3), Е.Е. Панфилова (раздел 2.1),
М.В. Шаповалова (раздел 2.2), Д.В. Федорович (раздел 2.2),
Е.К. Стремилова (выводы), А.В Журавлева (раздел 2.1), Д.А. Соломинова (раздел 2.4)

У 46 **Укрепление** человека (human enhancement) или когнитивный долг (cognitive debt): возможности и риски использования ИИ в образовании / Долгополова (Корешникова) Ю. Н. (научная редакция), Котов А. А., Юсупова М. А., Панфилова Е.Е., Шаповалова М. В., Федорович Д. В., Стремилова Е. К., Журавлева А. В., Соломинова Д. А. ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. — М.: НИУ ВШЭ, 2026. —66 с. — 100 экз. — (Современная аналитика образования. № 5 (97)).

Более половины российских подростков ежедневно используют генеративные нейросети, и эта цифра продолжает расти. В этих условиях искусственный интеллект (ИИ) становится не просто инструментом, а когнитивным партнером учащегося, что требует переосмысления процесса познания и сложившихся образовательных практик. В обзоре систематизированы эмпирические данные исследований 2014–2026 гг., посвященных трансформации когнитивных процессов у учащихся под влиянием ИИ. Цель обзора — проанализировать, какие изменения внимания, памяти и мышления при взаимодействии с ИИ фиксируются в исследованиях, и на этой основе выделить условия, при которых ИИ становится инструментом когнитивного развития (human enhancement), а не фактором накопления «когнитивного долга» (cognitive debt). В анализ включены 30 источников, отобранных методом систематического поиска по базам данных PubMed, Google Scholar, Scopus, JSTOR, ScienceDirect, Academia.edu, ResearchGate за 2014–2026 гг. с дополнительным ручным поиском и поиском методом «снежного кома». Анализ позволяет предположить, что при отсутствии специально спроектированных педагогических подходов использование ИИ сопряжено с рисками (снижение устойчивости внимания, «метакогнитивная лень», «когнитивный долг»). В то же время отдельные исследования свидетельствуют, что изменение формата взаимодействия с ИИ может способствовать укреплению когнитивных процессов. На основе результатов обзора предложены практические принципы организации образовательного процесса с использованием ИИ. Материалы обзора будут полезны исследователям в области образования, педагогам, разработчикам образовательных программ, методистам, руководителям образовательных организаций, а также всем специалистам, занимающимся вопросами интеграции искусственного интеллекта в обучение.

При написании текста был использован генеративный искусственный интеллект Deep Seek для унификации стиля изложения между разделами, подготовленными разными авторами.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования, 2026
© Фото на обложке: изображение сгенерировано с помощью нейросети Storico

Содержание

Введение 4

Глава 1. Теоретико-методологические основы исследования 8
1.1. Теоретическая рамка анализа когнитивных процессов 8
1.2. Методология исследования 15

Глава 2. Влияние ИИ на когнитивные процессы: систематизация эмпирических данных 18
2.1. Внимание 18
2.2. Память 22
2.3. Мышление 28
2.4. Пробелы в исследованиях и методологические ограничения 38

Глава 3. Направления изменений в образовательном процессе 41

Выводы 46

Литература 50

Введение

Благодаря достижениям нейронаук и когнитивной психологии, в последние годы значительно углубилось понимание когнитивных механизмов обучения. Параллельно с этим стремительно развиваются технологии генеративных систем искусственного интеллекта (ИИ) и расширяется их внедрение в образовательный процесс. За два месяца после запуска ChatGPT число его пользователей достигло ста миллионов, что сделало его самым быстрорастущим потребительским приложением в истории и фундаментально изменяющим образовательный ландшафт [Barcaui, 2025].

Закономерной реакцией исследовательского сообщества на эту трансформацию стал резкий рост эмпирических исследований, стремящихся зафиксировать и осмыслить влияние ИИ на когнитивное развитие учащихся. Часть этих исследований представлена в настоящем систематическом обзоре. Чтобы понять, какие именно когнитивные механизмы оказываются наиболее затронутыми, необходимо обратиться к фундаментальной структуре познавательной деятельности.

В основе познавательной деятельности лежит последовательная обработка информации, которая может быть описана через три взаимосвязанных когнитивных процесса: внимания, памяти и мышления. Внимание выполняет функцию селективного фильтра, определяя, какая информация из внешней среды будет допущена к дальнейшей обработке. Память обеспечивает кодирование, сохранение и последующее извлечение этой информации. Мышление, в свою очередь, оперирует сохраненными репрезентациями: преобразует, связывает, оценивает и порождает новые знания [Solso et al., 2013]. Эти три процесса образуют функциональную цепочку, без которой учебная деятельность теряет свою когнитивную основу.

В контексте взаимодействия с искусственным интеллектом мы предполагаем, что данная триада приобретает особое значение. Выдвигается предположение, что ИИ способен вмешиваться в каждый из этих этапов: перехватывать внимание (например, через персонализированную подачу материала), разгружать или замещать память (через внешнее хранение и автоматическое припоминание) и выпол-

нять мыслительные операции (через генерацию решений, аргументов и выводов).

При этом мы осознаем, что мотивация, волевые процессы, восприятие и метакогниции также играют важную роль в процессе учения. Однако они представляют собой либо регуляторные (мотивация, воля), либо более элементарные (восприятие), либо метауровневые (метакогниции) по отношению к базовой триаде «внимание — память — мышление» процессы. Их анализ требует отдельного концептуального аппарата и выходит за рамки данного обзора, что является намеренным ограничением.

На основе предварительного анализа литературы для настоящего систематического обзора были сформулированы следующие исследовательские вопросы.

1. Какова связь внимания, памяти и мышления у учащихся с использованием ИИ, согласно данным проведенных исследований?
2. При каких условиях ИИ становится инструментом когнитивного развития (human enhancement), а при каких — фактором накопления когнитивного долга (cognitive debt)?
3. Какие педагогические стратегии и форматы взаимодействия с ИИ ассоциируются с минимизацией рисков для когнитивного развития учащихся?

Цель настоящего систематического обзора — проанализировать, как описывается в эмпирических исследованиях связь внимания, памяти и мышления у учащихся при взаимодействии с искусственным интеллектом, и на этой основе выделить условия, при которых ИИ становится инструментом когнитивного развития (human enhancement[1]), а не фактором накопления когнитивного долга (cognitive debt).

[1] Human enhancement (англ. — «улучшение человека», «расширение человеческих возможностей» или «усиление человека») — это междисциплинарная концепция, обозначающая целенаправленное использование научно-технических достижений для временного или постоянного расширения когнитивных, физических, психологических и моральных возможностей человека за пределы его «видовой нормы» и естественных, эволюционно сложившихся ограничений [Черникова, Черникова, 2012].

Задачи исследования заключаются в следующем.

1. Разработать теоретическую рамку для анализа эмпирических исследований о влиянии ИИ на внимание, память и мышление, базируясь на достижениях когнитивных наук.

2. Провести поиск, отбор и систематизацию эмпирических исследований, метаанализов и систематических обзоров, посвященных влиянию ИИ на когнитивные процессы учащихся по трем когнитивным процессам (внимание, память, мышление) в соответствии с теоретической рамкой, а также по типам взаимодействия с ИИ (замещающий[2] или поддерживающий[3] режим).

3. Выявить и описать ключевые эмпирические закономерности и риски, связанные с трансформацией каждого из трех когнитивных процессов при взаимодействии с ИИ.

4. На основе анализа выделить условия, при которых ИИ способствует когнитивному развитию.

5. Сформулировать конкретные направления изменений в образовательном процессе, позволяющие минимизировать риски и использовать потенциал ИИ для укрепления когнитивных процессов.

Прежде чем перейти к решению представленных задач, необходимо пояснить, что именно в данном обзоре понимается под «искусственным интеллектом» и почему его взаимодействие с когнитивными процессами требует специального рассмотрения. Генеративный ИИ (например, модели ChatGPT, Gemini, Claude) — это тип нейросетей, обученных на огромных массивах текстов, изображений и других данных предсказывать следующий фрагмент информации на основе предыдущего контекста. В отличие от поисковых систем, которые лишь находят и ранжируют уже существующую информацию, генеративные модели способны синтезировать новые тексты, планы решений и так даее, имитируя человеческое рассуждение. При этом важно

[2] Замещающий режим — использование ИИ, при котором учащийся делегирует инструменту выполнение ключевых когнитивных операций (генерацию ответа, формулировку вывода, планирование решения) без последующей самостоятельной обработки или критической оценки результата.

[3] Поддерживающий режим — использование ИИ, при котором инструмент выступает в роли помощника или тьютора, задает наводящие вопросы, предлагает стратегии, указывает на ошибки, но окончательное решение и интеллектуальное усилие остаются за учащимся.

понимать, что ИИ не обладает сознанием или пониманием в человеческом смысле, он генерирует статистически вероятные ответы, которые выглядят как осмысленные. Именно эта «иллюзия понимания» создает риски для когнитивного развития: учащийся может принять беглый, но содержательно пустой текст за глубокий анализ.

В контексте цифровой трансформации российского образования и экономики ИИ занимает центральное место. Согласно стратегическим документам (например, Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года[4]), внедрение ИИ рассматривается как ключевой фактор повышения конкурентоспособности. В образовании это означает, что школы и вузы должны готовить учащихся к жизни и работе в среде, где ИИ является стандартным инструментом. Однако, как показано, например, в исследовании Сидоркина [Sidorkin, 2026], простая подстановка ИИ в существующие образовательные практики без пересмотра дидактики не только не решает проблемы, но и усугубляет их, создавая риски «когнитивного долга». Поэтому авторы данного обзора исходят из того, что ИИ не просто очередной инструмент, а новый тип психологического орудия, способный не только опосредовать, но и частично замещать познавательную деятельность.

Традиционные теории внимания, памяти и мышления разрабатывались в эпоху, когда внешние когнитивные инструменты ограничивались книгами, записями и калькуляторами, которые помогали человеку, но не «думали» за него. Генеративный ИИ принципиально иной, он способен выполнять операции, которые раньше требовали человеческого интеллекта. Поэтому в данном обзоре мы говорим о том, что ИИ может вмешиваться в естественный ход когнитивных процессов: перехватывать внимание, разгружать или замещать память, подменять мышление. Соответственно, трансформация означает не просто изменение внешних условий, а перестройку самих механизмов обработки информации.

Таким образом, данный обзор не просто фиксирует эмпирические эффекты, но и предлагает теоретическое объяснение того, почему и как именно ИИ изменяет когнитивные процессы и какие дидактические меры могут минимизировать риски, сохраняя потенциал для human enhancement.

[4] Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 (с изменениями от 15 февраля 2024 г.): https://docs.cntd.ru/document/563441794.

Глава 1. Теоретико-методологические основы исследования

1.1. Теоретическая рамка

В этом разделе излагаются теоретические основания, на которых строится последующий анализ эмпирических исследований влияния ИИ на когнитивные процессы учащихся. Для каждого из трех ключевых процессов (внимания, памяти и мышления) определяются те свойства, которые наиболее релевантны для оценки возможных трансформаций при взаимодействии с ИИ, а также указывается связь каждого процесса с обучением. В заключительной части раздела представлена теория когнитивной нагрузки, которая служит основной объяснительной рамкой для анализа процессов усвоения знаний.

Внимание

Познер и Рафал [Posner, Rafal, 1988] отмечали, что внимание позволяет избирательно концентрироваться на соответствующих стимулах в сложных условиях, сохраняя вовлеченность с течением времени. Согласно этому подходу, внимание — это не единая функция, а система, состоящая из специализированных подсистем, каждая из которых отвечает за выполнение определенных операций: одна подсистема помогает нам замечать, что происходит вокруг, другая — решать, на чем сосредоточиться, а третья — не отвлекаться и сохранять сосредоточенность [Posner, Petersen, 1990].

Внимание выступает первым этапом обработки информации, без его селективной функции учебная деятельность становится невозможной, так как учащийся не может выделить релевантные стимулы из окружающей среды [Posner, Rothbart, 2014]. Кроме того, постепенность развития внимания у детей и подростков означает, что эта возрастная группа особенно чувствительна к факторам, нарушающим устойчивость и распределение внимания [Posner et al., 2014; Marciano et al., 2024].

В исследованиях, анализируемых в данном обзоре, внимание рассматривается в связи с когнитивным контролем — умением заставить

себя сосредоточиться, не отвлекаться и переключаться между задачами, когда это нужно [Tervo-Clemmens et al., 2023], а также через его свойства, а именно устойчивость (способность длительно удерживать фокус на задаче) и распределение (способность одновременно обрабатывать несколько потоков информации) [Kahneman, 1973]. При этом когнитивный контроль выступает как управляющая система, а устойчивость и распределение — как два режима работы внимания, которыми эта система управляет. Выделение в данном обзоре когнитивного контроля, устойчивости и распределения внимания в качестве ключевых параметров обусловлено их центральной ролью в учебной деятельности и чувствительностью к воздействию цифровой среды [Tervo-Clemmens et al., 2023; George et al., 2017; Marciano et al., 2024; Posner et al., 2014].

Память

Одной из моделей, описывающих структуру памяти, является трехуровневая модель Аткинсона-Шиффрина [Atkinson, Shiffrin, 1968], выделяющая сенсорную, кратковременную и долговременную память.

Помимо структуры памяти, в когнитивной психологии выделяют этапы, обеспечивающие ее работу. Принято различать три этапа: 1) кодирование (перевод информации в память), 2) консолидацию (устойчивое закрепление информации); 3) извлечение (воспроизведение сохраненной информации) [Baddeley, 1999]. Эти три этапа образуют полный цикл памяти, и влияние ИИ может проявляться на каждом из них.

Дальнейшее развитие понимания того, как именно информация удерживается и обрабатывается на этапе кодирования, представлено в работах Бэддели [Baddeley, 2000; Baddeley, 2012], который предложил модель рабочей памяти. Рабочая память — это система, отвечающая за временное удержание и активную обработку информации, необходимую для выполнения текущих когнитивных задач. Она состоит из четырех компонентов, каждый их которых связан с определенной функцией: центральный исполнитель распределяет внимание и когнитивные ресурсы, фонологическая петля удерживает вербальную и акустическую информацию, визуально-пространственный блокнот работает с визуальной и пространственной информацией, эпизодический буфер интегрирует информацию из разных источников в целостные эпизоды.

Анализ влияния ИИ на память требует различения трех аспектов, которые по отдельности не дают полной картины. Модель Аткинсона-Шиффрина позволяет определить, на каком этапе хранения информации (сенсорная, кратковременная или долговременная память) происходят изменения. Этапы кодирования, консолидации и извлечения дают возможность локализовать, на каком именно процессе переработки информации сказывается использование ИИ. Модель рабочей памяти Бэддели позволяет, в свою очередь, описать, через какие механизмы (центральный исполнитель, фонологическая петля и т.д.) ИИ влияет на кодирование. Совместное использование этих трех моделей в рамках данного обзора необходимо для того, чтобы, во-первых, различать, на каком этапе хранения (модель Аткинсона-Шиффрина), на каком процессе (этапы кодирования, консолидации, извлечения) и через какой механизм рабочей памяти (модель Бэддели) ИИ оказывает свое влияние. Во-вторых, это позволяет не смешивать исследования, в которых измеряются разные аспекты памяти, и обоснованно группировать эмпирические данные при систематизации.

Ключевое теоретическое положение для данного обзора заключается в том, что эти три модели (структуры памяти, процессов памяти и рабочей памяти) описывают разные, но взаимосвязанные стороны одного явления. В совокупности они составляют рамку для описания того, как информация перерабатывается в памяти:

1) модель Аткинсона–Шиффрина указывает, где происходит обработка (в сенсорной, кратковременной или долговременной памяти);

2) этапы кодирования, консолидации и извлечения указывают, какие именно процессы происходят на каждом этапе;

3) компоненты рабочей памяти указывают, как именно и за счет каких механизмов информация удерживается и преобразуется, прежде чем перейти в долговременное хранение, особенно на этапе кодирования.

Для понимания трансформаций под влиянием ИИ важно учитывать два ключевых свойства памяти. Рабочая память строго ограничена по объему (7+\−2 элемента) и времени удержания информации (около 20 секунд без повторения), что делает ее критическим узким местом в обработке информации. Именно эта ограниченность объясняет, почему когнитивная разгрузка (о чем будет сказано далее)

может быть как полезной, освобождая ресурсы для более сложной обработки, так и вредной, замещая собой процессы кодирования и консолидации. Долговременная память, напротив, практически не ограничена по объему и времени хранения. Применительно к анализу эмпирических исследований это означает, что влияние ИИ на память может проявляться на разных уровнях. Важно пояснить, что компоненты рабочей памяти относятся преимущественно к этапу кодирования, поскольку именно на этом этапе информация удерживается, обрабатывается и подготавливается для перехода в долговременную память. На этапе консолидации эти компоненты уже не участвуют, а на этапе извлечения они могут задействоваться лишь отчасти, например, при повторном входе информации в рабочую память.

Рассмотрение влияния ИИ на память будет осуществляться в двух взаимосвязанных аспектах:

1) по этапу переработки информации — влияет ли ИИ преимущественно на кодирование, облегчая или затрудняя перенос информации в память, на консолидацию, ускоряя или замедляя устойчивое закрепление, или на извлечение, поддерживая или подавляя воспроизведение;
2) по компоненту рабочей памяти (на этапе кодирования) — какой именно механизм обработки информации оказывается затронут.

Таким образом, интеграция этих теоретических линий позволяет не дублировать описание исследований, а систематизировать их по единому критерию; иными словами, каждое эмпирическое исследование будет проанализировано с точки зрения того, на каком этапе переработки информации, а для этапа кодирования — через какой компонент рабочей памяти, ИИ оказывает свое влияние.

Мышление

Согласно представлениям когнитивной психологии, мышление — это процесс формирования новой когнитивной схемы, включающий преобразование информации в ходе сложного взаимодействия мысленных атрибутов суждения, абстрагирования, рассуждения, воображения и решения задач [Solso et al., 2013]. Когнитивные схемы, в свою очередь, представляют собой организованные способы ос-

мысления опыта, которые позволяют интерпретировать окружающую среду и адаптироваться к ее требованиям [Piaget, 2003]. Таким образом, мышление — это целенаправленное построение или обновление ментальных структур (схем), которые затем хранятся в памяти и используются для решения новых задач.

Ключевой момент заключается в том, что именно формирование и изменение когнитивных схем и есть научение в когнитивном смысле. Согласно теории когнитивной нагрузки, схема — это абстрактная структура знаний, объединяющая множество элементов в один, что позволяет эффективно обрабатывать информацию в рабочей памяти. Формирование схем требует когнитивных усилий и происходит через преобразование информации, а не простое ее накопление [Sweller, 1999]. Если память отвечает за сохранение информации, то мышление отвечает за ее преобразование и использование. При этом само обучение опосредуется мышлением: именно мыслительные процессы (анализ условий задачи, выбор стратегий, понимание информации, оценка результатов и рефлексия) определяют, какие знания и умения будут усвоены и как они будут интегрированы в существующие когнитивные схемы. В этом пункте мышление тесно смыкается с памятью: когнитивные схемы хранятся в долговременной памяти, а мышление оперирует ими, преобразуя и создавая новые.

Ключевым механизмом, обеспечивающим и мышление, и обучение, является построение и использование когнитивных схем. Таким образом, память и мышление образуют функциональный цикл: память поставляет материал (сохраненные схемы), а мышление этот материал преобразует, создавая новое знание, которое затем снова сохраняется в памяти (через консолидацию).

При взаимодействии с ИИ возникает риск разрыва этого цикла. ИИ может подменять внутренние мыслительные процессы внешней генерацией решений, учащийся может получать готовые ответы, не формируя собственных когнитивных схем. В терминах связи памяти и мышления это может означать, что ИИ не только замещает мышление, не давая преобразовывать информацию самостоятельно, но и лишает память материала для консолидации, поскольку информация не была глубоко переработана.

Теория когнитивной нагрузки (CLT) как объяснительная рамка

Для анализа процессов усвоения знаний при взаимодействии с ИИ в данном обзоре в качестве ключевой теоретической основы выступает теория когнитивной нагрузки (Cognitive Load Theory, CLT) Джона Свеллера [Sweller, 1988]. CLT выделяет три компонента типа когнитивной нагрузки:

1) внутреннюю, определяющуюся сложностью учебного материала и уровнем подготовленности обучающегося;
2) внешнюю, обусловленную форматом и способом организации учебной информации;
3) релевантную, направленную на конструирование и автоматизацию когнитивных схем.

Применительно к анализу взаимодействия с ИИ в обучении наиболее значимым является понятие когнитивной разгрузки (cognitive offloading), которая определяется как использование физического действия для изменения требований задачи к обработке информации с целью снижения когнитивной нагрузки [Risko, Gilbert, 2016]. В контексте взаимодействия с ИИ под когнитивной разгрузкой понимается передача части когнитивных операций (запоминание, вычисление, поиск, форматирование и т. д.) внешнему инструменту. Однако не любое обращение к ИИ является когнитивной разгрузкой в строгом смысле. Разгрузка имеет место тогда, когда учащийся делегирует ИИ выполнение операции, которую он мог бы выполнить сам, но сознательно перекладывает ее на инструмент для освобождения когнитивных ресурсов. Например, использование ИИ для проверки орфографии или генерации структуры текста при наличии у учащегося соответствующих навыков — это когнитивная разгрузка. Напротив, обращение к ИИ для получения информации, которой у учащегося заведомо нет и которую он не может воспроизвести самостоятельно, не является когнитивной разгрузкой в строгом смысле — это скорее обычный поиск информации.

Ограниченность рабочей памяти объясняет двойственный характер когнитивной разгрузки. Передача части операций ИИ может быть полезной, когда она освобождает ресурсы рабочей памяти для более сложной обработки (анализа, синтеза, рефлексии). Однако она становится вредной, когда замещает собой процессы кодирования и кон-

солидации, то есть когда ИИ не просто разгружает рабочую память, а полностью берет на себя мыслительную работу, лишая мозг необходимой тренировки. В этом случае когнитивная разгрузка перестает быть инструментом поддержки и превращается в замещение познавательной деятельности. Таким образом, в данном обзоре под когнитивной разгрузкой мы понимаем только те случаи взаимодействия с ИИ, при которых учащийся сохраняет контроль над познавательной деятельностью, а ИИ берет на себя лишь рутинные или вспомогательные операции, не устраняя «желательных трудностей».

Дополнительную объяснительную силу для анализа дает концепция «желательных трудностей» (desirable difficulties) Бьорка и Бьорка [Bjork, Bjork, 2011], согласно которой определенные сложности в процессе обучения, например, активное припоминание без подсказок, способствуют более глубокому и долговременному усвоению материала. Эта концепция напрямую связана с процессами консолидации памяти и мышления: именно усилие, затраченное на преобразование информации, запускает механизмы долговременного закрепления. ИИ, устраняя эти трудности, может подрывать естественные механизмы обучения, даже если краткосрочная производительность повышается. Применительно к ИИ эта концепция позволяет анализировать, в каких случаях использование технологии устраняет «желательные трудности», а в каких сохраняет их, способствуя развитию.

Таким образом, теория когнитивной нагрузки, понятие когнитивной разгрузки и концепция «желательных трудностей» выполняют в данном обзоре роль связующего звена, объясняя, как описанные ранее когнитивные процессы (внимание, память, мышление) изменяются под влиянием ИИ, и задают критерии для различения полезного и вредного использования технологии.

Теория когнитивной нагрузки описывает, как разные типы когнитивной нагрузки (внутренняя, внешняя, релевантная) влияют на формирование ментальных схем и эффективность обучения [Sweller, 1999]. Когнитивная разгрузка определяется как поведенческий механизм передачи части когнитивных операций внешнему инструменту с целью снижения когнитивной нагрузки [Risko, Gilbert, 2016]. В рамках данного обзора эти понятия используются на разных уровнях анализа — CLT задает теоретическое обоснование (ограниченность рабо-

чей памяти создает потребность в разгрузке), а когнитивная разгрузка описывает конкретный механизм взаимодействия с ИИ (как именно учащиеся перекладывают когнитивные операции на инструмент).

Концепция «желательных трудностей» [Bjork, Bjork, 2011] дополняет эту рамку, указывая, что не всякое снижение нагрузки полезно и что определенные сложности способствуют долговременному усвоению. Применительно к ИИ это означает, что когнитивная разгрузка может быть полезной, когда она снижает избыточную внешнюю нагрузку и освобождает ресурсы рабочей памяти для более сложной обработки, и вредной, когда она замещает собой релевантную нагрузку и устраняет «желательные трудности», лишая мозг необходимой тренировки. Таким образом, эти три теоретические линии вместе задают критерии для различения замещающего (вредного) и поддерживающего (полезного) режимов использования ИИ в образовании.

1.2. Методология исследования

Систематический поиск эмпирических исследований проводился по базам данных PubMed, Google Scholar, Scopus, JSTOR, ScienceDirect, Academia.edu, ResearchGate за период 2014–2026 гг. Более ранние публикации (до 2014 г.) учитывались только для определения генезиса исследуемых когнитивных механизмов и не включались в основной корпус обзора. Дополнительно осуществлялся ручной поиск по архивам ключевых профильных журналов (например, Computers and Education, Journal of Science Education and Technology); также использовался метод «снежного кома» (анализ списков литературы в найденных статьях).

Ключевые слова для поиска:

- по когнитивным конструктам: attention, divided attention, sustained attention, attention span, executive functions, cognitive control, multitasking, visual attention, clip thinking, memory, encoding, retrieval, retention, working memory, long-term memory, semantic memory, google effect, problem solving, critical thinking, explanation, generalization, conceptual change, causal learning, induction;
- по возрастной группе: student, secondary education, middle-school, adolescent;

• по технологиям: artificial intelligence, AI, chatbot, large language model, intelligent tutoring system, adaptive learning, virtual reality, augmented reality.

Поисковые запросы формировались путем комбинации ключевых слов из трех групп (например: AI + attention + adolescent).

Приоритет отдавался эмпирическим исследованиям (количественным, смешанным, срезовым). Ввиду недостатка таких работ в отдельных областях использовались также обзорные теоретические статьи и метаанализы .

Отбор источников осуществлялся в несколько этапов в соответствии с принципами PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses —предпочтительные элементы отчетности для систематических обзоров и метаанализов). Далее представлен текстовый аналог PRISMA-диаграммы.

Этап 1. Первичный поиск в электронных базах данных (PubMed, Google Scholar, Scopus, JSTOR, ScienceDirect, Academia.edu, ResearchGate) по указанным ключевым словам дал 312 источников.

Этап 2. После автоматического и ручного удаления дубликатов остались 234 уникальные записи.

Этап 3. Заголовки и аннотации оставшихся 234 источников были проверены на соответствие критериям включения. На этом этапе исключено 204 источника по следующим причинам:

• неэмпирический дизайн (литературные обзоры, теоретические статьи) — 87;
• несоответствие тематике (исследование не касается внимания, памяти или мышления) — 58;
• публикация в издании с квартилем ниже Q2 — 18;
• отсутствие открытого доступа или недоступность полного текста — 41.

После этого этапа осталось тридцать источников для полнотекстового анализа.

Этап 4. Полные тексты тридцати статей были проанализированы на соответствие всем критериям включения. Дополнительных исключений на этом этапе не потребовалось.

По результатам поиска и отбора было проанализировано тридцать ключевых работ, в которых описываются изменения внимания, памяти и мышления под влиянием цифровых технологий и искусственного интеллекта. Из проанализированных источников семнадцать посвящены преимущественно вниманию, пятнадцать — памяти и двенадцать — мышлению (некоторые работы подходят для нескольких процессов).

Глава 2. Влияние ИИ на когнитивные процессы: систематизация эмпирических данных

В данной главе на основе анализа тридцати эмпирических исследований систематизируются данные о влиянии искусственного интеллекта на внимание, память и мышление учащихся. Структура главы соответствует трем когнитивным процессам, выделенным в теоретической рамке (раздел 1.1). Для каждого процесса сначала определяются ключевые параметры, релевантные для анализа, затем обобщаются эмпирические данные, а в конце раздела формулируются промежуточные выводы. Отдельное внимание уделяется методологическим ограничениям (раздел 2.4) и операционализации двух режимов взаимодействия с ИИ — замещающего и поддерживающего, которые выступают сквозной аналитической рамкой для всей главы.

2.1. Внимание

Теоретическое обоснование выбора параметров внимания подробно представлено в разделе 1.1. Напомним, что внимание в данном обзоре понимается как совокупность специализированных нейронных подсистем, каждая из которых отвечает за выполнение определенных операций: одна подсистема помогает нам замечать, что происходит вокруг, другая — решать, на чем сосредоточиться, а третья — не отвлекаться и сохранять сосредоточенность [Posner, Petersen, 1990]. Для анализа влияния ИИ в обзоре внимание рассматривается на двух уровнях. На верхнем уровне так называемых управляющих механизмов выделяется когнитивный контроль как способность управлять вниманием, подавлять импульсивные реакции и переключаться между задачами. На уровне конкретных режимов работы внимания выделяются устойчивость (способность длительно удерживать фокус на задаче) и распределение (способность одновременно обрабатывать несколько потоков информации).

Важным фактором, который необходимо учитывать, является то, что подростковый возраст характеризуется незавершенным созрева-

нием систем когнитивного контроля, что делает эту возрастную группу особенно чувствительной к отвлекающим факторам [Mills et al., 2014; Marciano et al., 2024].

Анализ эмпирических исследований, отобранных для данного обзора[5], позволяет выделить следующие закономерности[6].

Когнитивный контроль. Данные о влиянии цифровой среды на когнитивный контроль неоднозначны. С одной стороны, привыкание к быстро меняющейся среде и многозадачности может повышать скорость реакции на стимулы, что связывают с тренировкой когнитивной гибкости (способности переключаться между задачами) — одного из компонентов когнитивного контроля [Clemente-Suárez et al., 2024]. С другой стороны, длительное экранное время связывают со снижением связности в зонах мозга, отвечающих за когнитивный контроль [Baumgartner et al., 2025].

Отдельные данные показывают, что ИИ-коучи могут поддерживать функции когнитивного контроля [Nizamani et al., 2025; Pergantis et al., 2025]. Кроме того, в исследовании Кларина и коллег выявлено, что подростки с менее развитыми функциями контроля выше оценивают полезность использования искусственного интеллекта в работе [Klarin et al., 2024], что может указывать на компенсаторный потенциал ИИ для учащихся с трудностями когнитивного контроля. Вместе с тем, как показано в метаанализе Пергантиса и коллег [Pergantis et al., 2025], большинство исследований в этой области проведены на студенческих выборках или выборках взрослых, что делает результаты исследования Кларина одним из немногих источников данных непосредственно для подростковой когорты, однако требует репликации в различных образовательных контекстах.

Устойчивость внимания. В ряде исследований зафиксирована связь между частотой использования цифровых устройств и более низ-

[5] Ввиду недостаточного количества работ, непосредственно изучающих влияние ИИ на внимание, в данный раздел также включены исследования о влиянии цифровой среды в целом (цифровые устройства, социальные сети, многозадачность), которые позволяют зафиксировать устойчивые тренды и риски, релевантные для понимания возможных эффектов ИИ.

[6] Данные систематизированы в соответствии с тремя выделенными параметрами внимания: устойчивостью, распределением, когнитивным контролем.

кими показателями устойчивости внимания в долгосрочной перспективе [Nikkelen et al., 201; George et al., 2017; Korte, 2020].

Переход к онлайн-образованию в период пандемии также сопровождался жалобами на снижение устойчивости внимания [Rahul et al., 2020]. Вместе с тем в исследовании Брэдбери было показано, что вариативность внимания (показатель устойчивости и концентрации, отражающий степень колебаний внимания во времени) не коррелирует с форматом обучения и длительностью учебного воздействия [Bradbury, 2016]. В контексте данного анализа это может свидетельствовать о том, что негативное влияние на устойчивость внимания нельзя приписывать исключительно технологиям; скорее всего, действуют и другие, более сложные факторы.

Экспериментальные данные показывают, что ИИ-инструменты могут поддерживать устойчивость внимания через геймификацию и персонализацию. В исследовании Ге и коллег система SRLAgent, сочетавшая игровые элементы и LLM-поддержку, привела к значительному улучшению вовлеченности учащихся [Ge et al., 2025]. Кроме того, существуют доказательства, что ИИ-инструменты способны отслеживать уровень внимания обучающихся в реальном времени. В пилотном исследовании Михая-Роберта и коллег EEG-гарнитура в сочетании с AI-коучем позволила повысить концентрацию внимания подростков на 57% [Mihai-Robert et al., 2025].

Однако исследований, проведенных непосредственно на подростках (5–9 классы), недостаточно.

Распределение внимания. Исследования фиксируют корреляцию между многозадачностью в цифровой среде (например, одновременным использованием социальных сетей и выполнением учебных заданий) и ухудшением распределения внимания, а также ростом субъективной рассеянности (ощущением частых отвлечений, измеренным через самоотчеты) [Siebers et al., 2021; Al-Furaih, Al-Awidi, 2021].

В то же время в более ранних работах высказывалось предположение, что активное взаимодействие с визуальной средой может тренировать способность быстро замечать и находить цели в пространстве [Schmidt, Vandewater, 2008], а положительная связь меж-

ду временем потребления контента и показателями распределения внимания фиксировалась еще в исследованиях конца 1970-х годов [Salomon, 1979].

В контексте ИИ влияние на распределение внимания изучено слабо. Одно из немногих исключений — исследование Вайгельта и коллег, в котором показано, что при обучении отличию дипфейков от реальных фотографий наблюдается расширение зрительного внимания на области, способствующие более точному обнаружению [Weigelt et al., 2026].

Систематизация имеющихся данных позволяет сделать ряд выводов, которые следует интерпретировать с учетом методологических ограничений, подробно рассмотренных далее, в разделе 2.4 (краткосрочный дизайн большинства исследований, преобладание студенческих выборок, нарушение инвариантности измерений). Эти выводы заключаются в следующем.

Когнитивный контроль подвержен разнонаправленным эффектам: с одной стороны, цифровая среда может тренировать скорость реакции [Clemente-Suárez et al., 2024], с другой стороны, длительное экранное время ассоциируется со снижением связности в зонах мозга, отвечающих за когнитивный контроль [Baumgartner et al., 2025). Предварительные данные о поддерживающей роли ИИ-коучей в развитии когнитивного контроля [Nizamani et al., 2025; Pergantis et al., 2025], а также о компенсаторном потенциале ИИ для учащихся с трудностями контроля [Klarin et al., 2024] требуют повторного исследования на подростковых выборках. Устойчивость внимания оказывается уязвимым параметром при взаимодействии с цифровой средой. Умеренное и частое использование цифровых устройств ассоциируется с ее снижением [Nikkelen et al., 2014; George et al., 2017; Korte, 2020; Baumgartner et al., 2024], тогда как данные о влиянии на нее ИИ показывают потенциальные возможности для поддержки через геймификацию и персонализацию [Ge et al., 2025; Olugbade et al., 2024; Mihai-Robert et al., 2025]. Распределение внимания демонстрирует связь с цифровой многозадачностью [Siebers et al., 2021; Al-Furaih, Al-Awidi, 2021], однако, исследований влияния ИИ на этот параметр крайне мало, хотя имеются данные о возможности тренировки зрительного внимания с использованием ИИ-инструментов [Weigelt et al., 2026].

Таким образом, существующие исследования позволяют предположить, что без специально спроектированных педагогических подходов цифровая среда и ИИ создают риски для когнитивного контроля, устойчивости и распределения внимания, особенно в подростковом возрасте, однако эти риски не фатальны и могут быть компенсированы при переходе от замещающего к поддерживающему режиму взаимодействия, что будет подробно рассмотрено в главе 3. Возрастная специфика, характеризующаяся незавершенным созреванием когнитивного контроля у подростков, делает эту группу особенно уязвимой, но одновременно и наиболее перспективной для педагогической поддержки [Marciano et al., 2024; Mills et al., 2014].

2.2. Память

Теоретическое обоснование выбора параметров памяти подробно представлено в разделе 1.1. Напомним, что для анализа влияния ИИ на память в данном обзоре выделены три взаимодополняющих теоретических линии. Первая линия — трехуровневая модель Аткинсона-Шиффрина [Atkinson, Shiffrin, 1968] — различает сенсорную, кратковременную и долговременную память. Вторая линия — три этапа переработки информации, включающие кодирование (перевод в память), консолидацию (устойчивое закрепление) и извлечение (воспроизведение) [Baddeley, 1999]. Третья линия — компоненты рабочей памяти, описывающие, как именно информация удерживается и обрабатывается (центральный исполнитель, фонологическая петля, визуально-пространственный блокнот, эпизодический буфер) [Baddeley, 2000, 2012].

Эти три линии описывают разные срезы одного процесса: модель Аткинсона-Шиффрина — где происходит обработка; этапы кодирования, консолидации и извлечения — какие процессы происходят; компоненты рабочей памяти — как именно и за счет каких механизмов информация удерживается и преобразуется, прежде чем перейти в долговременное хранение.

Ограниченность рабочей памяти (классически 7+\−2 элемента, около 20 секунд удержания без повторения) делает ее критическим узким местом. Именно эта ограниченность объясняет, почему когни-

тивная разгрузка (передача части операций ИИ) может быть как полезной, поскольку освобождает ресурсы для более сложной обработки, так и вредной, если замещает собой процессы кодирования и консолидации, то есть, если ИИ делает всю работу за ученика, чей мозг при этом не получает нужной тренировки.

Подростковый возраст характеризуется активным созреванием систем рабочей памяти и исполнительных функций, что делает эту группу чувствительной как к перегрузкам, так и к возможностям когнитивной поддержки [Baddeley, 2012; Diamond, 2013].

Далее представлены результаты систематизации исследований в соответствии с этой теоретической рамкой. Сначала речь пойдет о кодировании (с акцентом на компоненты рабочей памяти), затем о консолидации и извлечении информации.

Кодирование (с акцентом на компоненты рабочей памяти). Процесс трансформации информации для ее последующего хранения существенно меняется под воздействием цифровых ассистентов. С одной стороны, ИИ может облегчать кодирование через мультимодальные интерфейсы, которые оптимизируют перенос данных из сенсорного регистра в рабочую память [Rokhsari, 2025]. Фонологическая петля подвергается когнитивной разгрузке через технологии распознавания речи (voice-to-text), беря на себя через диктовку функцию мысленного повторения слов, что может высвобождать ресурсы для более высокоуровневых аналитических операций и снижать беспокойство, связанное с решением учебных задач [Haider et al., 2024].

Визуально-пространственный блокнот получает поддержку через ИИ-генерируемые мнемоники [Alomar et al., 2025]. Эффективность применения ИИ-генерируемых обучающих видео, вероятно, связана с их способностью визуализировать абстрактные понятия и адаптировать темп подачи материала, что снижает когнитивную нагрузку и облегчает формирование зрительных образов. Исследования показывают, что уровень удержания информации был не ниже, а в ряде случаев выше, чем при просмотре традиционных видеолекций [Xu et al., 2024], что авторы связывают со снижением когнитивной нагрузки. В рамках проблемного обучения такие видео также значимо улучшают запоминание и способность применять знания в новых контекстах [Pellas, 2025].

Согласно модели рабочей памяти Бэддели [Baddeley, 2000], эпизодический буфер связывает разнородную информацию из разных каналов в целостные когнитивные репрезентации, что облегчает понимание и запоминание. Мультимодальные интерфейсы ИИ (текст, изображение, видео) активируют этот механизм и, как показывают эмпирические данные, положительно влияют на память учащихся [Rokhsari, 2025].

В исследовании Иня и коллег [Yin et al., 2025] было показано, что аффективная обратная связь (эмоциональная поддержка, похвала) от ИИ-агентов приводит к более высоким показателям удержания информации по сравнению с нейтральной, а метакогнитивная обратная связь (вопросы, побуждающие к самоанализу) улучшает перенос знаний. С точки зрения модели рабочей памяти Бэддели, это можно интерпретировать как влияние обратной связи на работу центрального исполнителя. Возможно, аффективная обратная связь снижает когнитивную нагрузку, связанную с тревогой, и привлекает внимание к задаче, высвобождая ресурсы для удержания информации, тогда как метакогнитивная обратная связь тренирует центральный исполнитель распределять ресурсы между решением задачи и контролем над пониманием, что ведет к более глубокой обработке и лучшему переносу знаний. С другой стороны, легкость доступа к информации провоцирует поверхностное кодирование (shallow encoding). Вместо содержания («что») кодируются метаданные («где найти»), вследствие чего формируется «эффект Google» [Sparrow et al., 2011].

Консолидация. Процесс перехода воспоминаний в долговременную устойчивую форму является наиболее уязвимым звеном при работе с ИИ. Консолидация требует времени и усилий, которые ИИ часто сокращает, предоставляя мгновенные ответы. В рандомизированном контролируемом исследовании Барку [Barcaui, 2025] было показано, что у группы студентов, использовавшей ChatGPT, кривая забывания оказалась значительно круче. Студенты через 45 дней помнили на 11% меньше материала (57,5% против 68,5% в контрольной группе). Длительная опора на большие языковые модели (LLM) может быть связана с накоплением «когнитивного долга» (cognitive debt) — негативных последствий регулярной подмены собственных когнитивных усилий внешней поддержкой [Kasneci et al., 2023; Kosmyna et al., 2025].

Бьорк и Бьорк показали, что активное припоминание без подсказок и самостоятельное осмысление (так называемые «желательные трудности») способствуют долговременному усвоению материала [Bjork, Bjork, 2011]. Чен и коллеги зафиксировали, что при взаимодействии с ИИ учащиеся сразу запрашивают готовые решения, не прилагая самостоятельных усилий [Chen et al., 2025]. Сопоставление этих данных позволяет предположить, что ИИ может замещать конкретные учебные действия, которые при правильной организации учебного процесса могли бы стать источником «желательных трудностей»: самостоятельную диагностику проблемы, поиск альтернативных стратегий, проверку гипотез, рефлексию и т.д. Это препятствует глубокому усвоению и ведет к формированию «метакогнитивной лени».

Характер взаимодействия с ИИ определяет, сохраняются ли «желательные трудности» в процессе обучения. Как теоретически обосновывают Моллик и Моллик, неструктурированное использование ИИ (когда учащийся запрашивает готовый ответ без предварительной проработки) ведет к когнитивной разгрузке, при которой учащийся прилагает меньше усилий, но при этом качество его рассуждений не улучшается [Mollick, Mollick, 2024]. Напротив, использование правильно структурированых промптов (которые требуют от учащегося предварительного планирования, прогнозирования ответа и рефлексии) может способствовать более глубокой когнитивной обработке, поскольку такие промпты вынуждают учащегося сохранять интеллектуальную активность даже при взаимодействии с ИИ. Однако эмпирических подтверждений этого тезиса в указанной работе не приводится.

В то же время правильно спроектированный ИИ-тьютор, сохраняющий «желательные трудности» (активное припоминание, самостоятельное осмысление и т. д.), может способствовать успешной консолидации. В исследовании Кестина и коллег персонализированная обратная связь и адаптивный темп обучения, реализованные в формате ИИ-тьютора, способствовали более чем двукратному приросту усвоения материала по сравнению с активным обучением в классе [Kestin et al., 2025]. Авторы связывают этот эффект с несколькими механизмами. Во-первых, ИИ-тьютор управлял когнитивной нагрузкой, предоставляя информацию небольшими порциями и персонализируя сложность заданий под уровень каждого студента. Во-вторых, тьютор

поощрял активное припоминание («желательную трудность»), задавая вопросы и требуя ответа до того, как дать объяснение. В-третьих, мгновенная обратная связь и адаптивный темп позволяли студентам не тратить время на уже освоенный материал и немедленно исправлять ошибки, что поддерживало их вовлеченность и мотивацию.

Таким образом, эффект ИИ на консолидацию связан с тем, замещает ли он полностью самостоятельную работу или только снижает избыточную когнитивную нагрузку.

Извлечение. Согласно данным метасистематического обзора Бонда и коллег, использование ИИ для диагностики знаний учащихся и предоставления автоматизированной обратной связи может способствовать активному припоминанию и поддержке процессов извлечения информации, поскольку учащийся вынужден самостоятельно извлечь информацию из памяти до того, как получит готовый ответ или обратную связь [Bond et al., 2024]. При этом важно, чтобы инструмент не выдавал готовый ответ немедленно, а стимулировал самостоятельное воспроизведение. Однако если ИИ выдает готовый ответ сразу, он может подавлять самостоятельный поиск в памяти, создавая зависимость извлечения (retrieval dependency) — зависимость от инструмента при попытке вспомнить [Jose et al., 2025].

Постоянный доступ к внешним хранилищам (ИИ, интернет) смещает фокус памяти с запоминания содержания на запоминание места хранения и способов доступа. Это формирует модель трансактивной памяти — системы коллективного хранения и доступа к знаниям, когда люди не запоминают всю информацию сами, а полагаются на партнеров, распределяя зоны ответственности за разные данные [Călinescu, 2024]. ИИ становится ключевым когнитивным партнером в этой модели, поскольку мы делегируем ему хранение фактов, поиск ответов и обработку сложных запросов, освобождая свою память для более творческих задач [Sparrow et al., 2011].

С точки зрения теории когнитивной разгрузки [Risko, Gilbert, 2016], такой перераспределительный эффект имеет двойственную природу. С одной стороны, когнитивная разгрузка через ИИ высвобождает ресурсы рабочей памяти, позволяя учащемуся сосредоточиться на более сложных, творческих или аналитических задачах. Это соответству-

ет поддерживающему режиму использования ИИ. С другой стороны, чрезмерная опора на ИИ как на внешнее хранилище может приводить к ослаблению собственных способностей к запоминанию. Когда учащийся систематически делегирует ИИ функции, которые он мог бы выполнить сам (запоминание фактов, поиск информации и т. д.), когнитивная разгрузка перестает быть поддержкой и превращается в замещение познавательной деятельности. Это ведет к формированию зависимости от внешних инструментов и накоплению «когнитивного долга», а также к ослаблению навыков самостоятельного извлечения информации из долговременной памяти.

Систематизация имеющихся данных позволяет сделать следующие выводы, которые, как и выводы по разделу «Внимание», следует интерпретировать с учетом методологических ограничений, подробно рассмотренных далее, в разделе 2.4.

Кодирование информации под влиянием ИИ демонстрирует двойственный характер. С одной стороны, мультимодальные интерфейсы и ИИ-генерируемые визуальные материалы могут облегчать перенос информации в рабочую память, поддерживая фонологическую петлю и визуально-пространственный блокнот [Rokhsari, 2025; Makhataeva et al., 2023; Xu et al., 2024]. С другой стороны, легкость доступа к информации провоцирует поверхностное кодирование и «эффект Google» — запоминание пути доступа вместо содержания [Sparrow et al., 2011; Barcaui, 2025].

Консолидация по результатам исследований оказывается наиболее чувствительным этапом. Использование ИИ в режиме замещения (когда ИИ предоставляет готовые ответы, не стимулируя самостоятельное воспроизведение) ассоциируется с более крутой кривой забывания и накоплением «когнитивного долга» [Barcaui, 2025; Kasneci et al., 2023; Kosmyna et al., 2025]. В то же время правильно спроектированный ИИ-тьютор, сохраняющий «желательные трудности» (активное припоминание и самостоятельное осмысление), может способствовать успешной консолидации [Kestin et al., 2025]. Аффективная и метакогнитивная обратная связь от ИИ может улучшать удержание информации и перенос знаний, что свидетельствует о потенциальных возможностях поддержки центрального исполнителя [Yin et al., 2025].

Извлечение информации может как поддерживаться ИИ — через активное припоминание и интервальные повторения, так и подавляться им — при немедленном предоставлении готовых ответов, создающем зависимость извлечения [Bond et al., 2024; Jose et al., 2025]. Феномен трансактивной памяти — запоминание не содержания, а того, где его найти, — отражает адаптацию к информационной среде, однако требует дальнейшего изучения на подростковых выборках [Sparrow et al., 2011; Călinescu, 2024].

Аналогично выводам по разделу о внимании, полученные данные о памяти подтверждают, что отсутствие специально спроектированных педагогических подходов сопряжено с рисками и ведет к формированию зависимости от внешних инструментов. Когнитивная разгрузка через ИИ может быть полезной, когда она снижает избыточную внешнюю нагрузку, освобождая ресурсы для более сложной обработки. Однако если ИИ берет на себя не только внешнюю, но и релевантную нагрузку, направленную на построение ментальных схем, то происходит устранение «желательных трудностей» (активного припоминания, самостоятельного осмысления). В результате учащийся перестает прилагать усилия, необходимые для кодирования и консолидации информации, и она может не перейти в долговременную память, даже если внешний результат (правильный ответ) достигнут.

Активное созревание рабочей памяти и исполнительных функций в подростковом возрасте делает эту группу особенно чувствительной как к перегрузкам, так и к возможностям когнитивной поддержки [Baddeley, 2012; Diamond, 2013].

2.3. Мышление

Напомним, что мышление в данном обзоре понимается как процесс формирования новых когнитивных схем, включающий преобразование информации в ходе сложного взаимодействия мысленных атрибутов суждения, абстрагирования, рассуждения, воображения и решения задач [Solso et al., 2013]. Когнитивные схемы — это организованные способы осмысления опыта, которые позволяют интерпретировать окружающую среду и адаптироваться к ее требованиям [Piaget, 2003]. Если память отвечает за сохранение информации, то мышление — за ее преобразование и использование. Обучение, в

свою очередь, определяется как любой процесс, который модифицирует систему таким образом, чтобы более или менее необратимо улучшить последующее выполнение той же задачи или задач [Langley, Simon, 1981]. Именно формирование и изменение когнитивных схем и есть научение в когнитивном смысле.

Память и мышление образуют функциональный цикл, в котором память поставляет материал (сохраненные схемы), а мышление этот материал преобразует, создавая новое знание, которое затем снова сохраняется в памяти (через консолидацию). При взаимодействии с ИИ возникает риск разрыва этого цикла: ИИ может подменять мышление, предоставляя готовые ответы, при этом учащийся не формирует собственных репрезентаций и его память не получает материала для консолидации.

Подростковый возраст характеризуется становлением абстрактного и рефлексивного мышления, что делает эту возрастную группу особенно чувствительной к форматам взаимодействия с ИИ [Piaget, 1972; Kuhn, 2009].

Отобранные для обзора работы систематизированы по двум ключевым критериям: типу используемого ИИ-инструмента и характеру учебной деятельности. Первичная классификация по типу инструмента выявила две отчетливые группы. К первой группе отнесены исследования, в которых применялись универсальные большие языковые модели (LLM) без дополнительных педагогических «защитных механизмов» (например, базовый ChatGPT), ко второй группе — работы, в которых использовались специализированные ИИ-инструменты, спроектированные как «цифровые тьюторы» (AI-tutor), функция которых заключается в сопровождении и поддержке обучения, а не в предоставлении готовых решений.

Исследования первой группы были дополнительно категоризированы по характеру учебной деятельности в соответствии с таксономией образовательных целей Блума-Андерсона. Это позволило выделить две подгруппы: обучение через чтение (изучение материала через чтение готового текста с последующей проверкой понимания) и обучение через письмо (активное конструирование знания через редактирование или создание собственного текста). Такое разгра-

ничение оказалось содержательным: в большинстве исследований первой группы (универсальные LLM) был зафиксирован негативный или нейтральный эффект на процесс обучения, в то время как применение ИИ-тьюторов демонстрировало устойчивый положительный результат.

Обучение через чтение (универсальные LLM). Исследования, объединенные в этот блок, рассматривают чтение как процесс осмысления, ведущий к созданию ментальной репрезентации[7] материала (в терминологии данной работы — к формированию элементов когнитивной схемы) [Kreikes et al., 2025]. Ментальная репрезентация не возникает от простого восприятия информации, ее построение требует интеллектуальных усилий — анализа, интеграции и переработки контента. В основе трех ключевых исследований этого блока лежит сходный экспериментальный дизайн: сравнение различных режимов работы с информацией (с ИИ и без), как минимум один из которых предполагает использование генеративного ИИ в качестве инструмента поддержки. После прочтения текста в каждом эксперименте проводится проверка усвоенного знания в режиме автономной работы, без использования средств ИИ. Индикатором усвоения выступает результат отсроченного тестирования (табл. 1).

Применение ИИ без защитных механизмов (базовый GPT) повышает результаты практических заданий на 48%, однако не обеспечивает переноса на итоговый контроль и сопровождается снижением экзаменационных показателей на 17% [Bastani et al., 2025]. Использование модели с защитными механизмами (GPT-тьютор) усиливает практический эффект до 127%, но не влияет на экзаменационные результаты (0%), что указывает на отсутствие переноса знаний в ситуацию самостоятельной оценки. Работа с ИИ без защитных механизмов снижает когнитивную нагрузку на 24–34%, при этом наибольшее снижение наблюдается по релевантной когнитивной нагрузке (–34%) [Stadler et al., 2024].

[7] Ментальная репрезентация — это внутренняя когнитивная модель содержания текста, которая включает понимание на поверхностном уровне (слова и синтаксис), уровне текстовой базы (смысловые пропозиции) и уровне ситуационной модели (обобщающие умозаключения и связи с фоном).

Таблица 1. Сравнение различных режимов работы с текстом в ключевых исследованиях (обучение через чтение)

Исследование	Задача участников	Режимы работы	Возрастная группа
[Bastani et al., 2025]	Изучение темы по математике для практического применения	• с конспектами и учебником; • с базовым GPT; • с тьютором GPT	Старшеклассники (частично подростки)
[Stadler et al., 2024]	Изучение социально-научной проблемы для выработки рекомендаций	• с ChatGPT 3.5; • с поисковой системой Google	Студенты
[Kreikes et al., 2025]	Изучение двух текстовых отрывков по истории	• только с ИИ; • только с ведением заметок; • с ИИ и с ведением заметок	Школьники (подростки)

Качество аргументации уменьшается примерно на 36% по сравнению с традиционным поиском информации. При оценке понимания текста средний балл в условии использования ИИ составляет 4,00 (SD = 2,44), тогда как при самостоятельных заметках — 4,89 (SD = 2,52), то есть понимание текста при использовании ИИ примерно на 15% ниже [Kreikes et al., 2025]. Комбинированное условие «ИИ + заметки» не дает существенного прироста (M = 4,11, SD = 2,65). С позиций теории когнитивной нагрузки, снижение внешней и внутренней нагрузки обычно рассматривается как благоприятное условие обучения [Sweller, 1988], однако в условиях использования ИИ уменьшение этих видов нагрузки не сопровождается усилением осмысленного усвоения [Kreikes et al., 2025].

Одной из причин таких результатов авторы называют использование ИИ как «костыля», что уменьшает готовность к когнитивному усилию и преодолению «желательных трудностей» [Bastani et al., 2025; Kreikes et al., 2025]. Снижение релевантной нагрузки не активирует процессы глубокого обучения в той же степени, что и при традиционной работе с информацией [Stadler et al., 2024]. Учащиеся достигают формального результата, избегая полноценного погружения в мате-

риал. Важно отметить, что два из трех исследований проведены на студенческих выборках, и только одно [Kreikes et al., 2025] включает школьников-подростков, что требует осторожной экстраполяции выводов на учащихся 5–9 классов.

Обучение через письмо (универсальные LLM). Исследования этого блока реализуют схожую экспериментальную логику: участники выполняют задачу создания собственного письменного текста (эссе) в различных режимах, что позволяет сравнивать влияние типа используемого инструмента на процесс и результат письма (табл. 2). Во всех работах центральным объектом анализа выступает созданный участниками текст, а качество выполнения задания оценивается через формализованные критерии.

Таблица 2. Сравнение различных режимов работы с эссе в ключевых исследованиях (обучение через письмо)

Исследование	Задача участников	Режимы работы	Возрастная группа
[Chen et al., 2025]	Написание и последующая ревизия эссе	• использование ИИ при редактуре; • помощь эксперта-человека	Студенты
[Fan et al., 2025]	Написание эссе	• использование ИИ; • эксперт-человек; • самостоятельно; • использование цифровых инструментов	Студенты
[Schultheiß et al., 2024]	Написание экзаменационного эссе	• использование ИИ; • самостоятельно	Студенты
[Kosmyna et al., 2025]	Написание эссе на стандартизированные темы	• использование ИИ; • самостоятельно; • использование поисковой системы	Студенты

Использование ИИ при создании собственного текста не дает положительного эффекта по сравнению с традиционным письмом, к тому же выявлен ряд негативных тенденций. Способность к точному

воспроизведению содержания собственного эссе критически ниже у пользователей ИИ: только 12% студентов могли что-либо процитировать из написанного против 89% в группах самостоятельного письма [Kosmyna et al., 2025].

Взаимодействие с ИИ сопровождается формированием дефицитарных метакогнитивных стратегий (учащийся не задействует или задействует неэффективно процессы прогнозирования, планирования, мониторинга, контроля и оценки собственного понимания), при которых студенты склонны сразу запрашивать готовые решения, пропуская этапы самостоятельной диагностики проблемы, оценки альтернатив и итеративной доработки. Такой паттерн описывается как «метакогнитивная лень» [Chen et al., 2025; Fan et al., 2025]. Экзаменационные баллы у постоянных пользователей генеративного ИИ в среднем на 15% ниже, чем у обучающихся, которые не прибегают к помощи генеративных моделей [Schultheiß et al., 2024].

В исследовании с использованием электроэнцефалографии было показано, что ИИ-группа продемонстрировала наименьшую общую нейронную связность (насколько хорошо и согласованно разные участки мозга обмениваются информацией друг с другом) по сравнению с контрольными группами [Kosmyna et al., 2025]. Группа, работающая самостоятельно («только мозг»), показала наибольшую и наиболее широкую сетевую активность: то как разные участки мозга активируются и взаимодействуют друг с другом во время выполнения какой-либо задачи, особенно в лобных, теменных и височных областях, что коррелирует с внутренней генерацией идей, планированием и семантической интеграцией. У ИИ-группы отсутствовала выраженная активация зрительной коры, в отличие от группы, использовавшей поисковые системы, что указывает на отсутствие активного визуального поиска и оценки информации. У группы, работающей самостоятельно, преобладали нисходящие потоки[8], характерные для процессов внутренне управляемого продуцирования идей; у ИИ-группы чаще наблюдались восходящие потоки, отражающие интеграцию и оценку внешних подсказок ИИ.

[8] О нисходящих потоках в контексте мышления говорят, когда мозг сам придумывает содержание и управляет его реализацией, о восходящих — когда мозг в основном обрабатывает и оценивает готовые подсказки извне.

С точки зрения теории когнитивной нагрузки и концепции «желательных трудностей», ключевым механизмом, по мнению авторов исследований, является подмена внутренних, требующих усилий когнитивных процессов внешней инструментальной поддержкой, что приводит к накоплению «когнитивного долга».

Процесс начинается с того, что учащиеся, взаимодействуя с ИИ, немедленно запрашивают готовые решения. Они пропускают этапы самостоятельной диагностики проблемы, поиска стратегий, проверки гипотез и последующей оценки полученной помощи. С точки зрения теории когнитивной нагрузки, это означает, что ИИ берет на себя не только избыточную внешнюю нагрузку (что могло бы быть полезным), но и релевантную нагрузку, направленную на построение и автоматизацию когнитивных схем.

Именно здесь вступает в силу концепция «желательных трудностей» [Bjork, Bjork, 2011]. Когнитивная разгрузка через ИИ может быть полезной, когда она снижает избыточную внешнюю нагрузку, освобождая ресурсы для более сложной обработки. Однако если ИИ замещает собой релевантную нагрузку, происходит устранение «желательных трудностей» — активного припоминания, самостоятельного осмысления, проверки гипотез. В результате учащийся перестает прилагать усилия, необходимые для кодирования (перевода информации в долговременную память) и консолидации (ее устойчивого закрепления).

Передача ИИ метакогнитивных функций мониторинга и оценки формирует «метакогнитивную лень» [Fan et al., 2025], ослабляется связь метакогнитивных процессов с учебной задачей, поскольку взаимодействие с ИИ не стимулирует этапы ориентации и оценки. ИИ обеспечивает «поверхностную беглость» и быстрый внешне приемлемый результат, но не активирует глубокие процессы понимания и смыслообразования.

Таким образом, когнитивный долг — это не просто краткосрочное избегание умственных усилий. Он влечет за собой долгосрочные издержки, связанные с ослаблением глубины понимания, критического мышления и креативности [Kosmyna et al., 2025], а также риск того, что информация не перейдет в долговременную память даже при

внешне успешном результате. В итоге отсутствует перенос знаний и фиксируется устойчивое снижение академических результатов.

Стоит обратить внимание, что все четыре исследования проведены на студенческих выборках. Данных о влиянии ИИ на процесс письма у подростков (учащихся 5–9 классов) в отобранных работах недостаточно, что требует осторожности при экстраполяции выводов на эту возрастную группу.

Обучение с использованием ИИ как тьютора (поддерживающий режим). Исследования этого блока построены по близкой экспериментальной логике: в каждом случае сравниваются два формата обучения: работа со специально настроенным ИИ-тьютором и альтернативный учебный режим без него (или с традиционным обучением). Участники выполняют учебные задания, а эффект вмешательства оценивается через сравнение показателей до и после обучения (табл. 3).

Таблица 3. Обобщение ключевых исследований с ИИ-тьюторами

Исследование	Предметная область	Дизайн	Возрастная группа
[Kestin et al., 2025]	Физика	ИИ-тьютор VS активное обучение с преподавателем	Студенты
[Essel et al., 2024]	Когнитивные навыки	ChatGPT VS контрольная группа (критическое, креативное, рефлексивное мышление)	Студенты

В обучении физике с ИИ-тьюторами зафиксирован более чем двукратный прирост усвоения материала по сравнению с активным обучением в аудитории; одновременно сократилось время освоения темы [Kestin et al., 2025). Зафиксирован прирост критического и рефлексивного мышления, а также отдельных аспектов креативного мышления [Essel et al., 2024].

В интерпретации результатов исследователи сходятся в том, что позитивный образовательный эффект ИИ определяется не столько самим фактом его использования, сколько тем, в каком формате и

с какой педагогической логикой он встроен в учебную деятельность. ИИ становится эффективным именно тогда, когда он действует как обучающий агент, реализующий функции педагогической поддержки (scaffolding), а не как инструмент быстрого получения ответов или замены когнитивных усилий учащегося. В частности, подчеркивается, что ИИ, ориентированный на обучение, структурирует взаимодействие таким образом, чтобы поддерживать активную когнитивную работу студента: задает наводящие вопросы, поэтапно раскрывает решение, побуждает к самопояснению и корректирует ошибки в процессе, а не просто сообщает правильный ответ.

Оба исследования проведены на студенческих выборках. Данных о влиянии ИИ-тьюторов на когнитивное развитие подростков (учащихся 5–9 классов) в отобранных работах недостаточно. Это является существенным пробелом, учитывая, что подростковый возраст характеризуется активным становлением абстрактного и рефлексивного мышления, которое может быть особенно чувствительно к форматам педагогической поддержки.

Систематизация имеющихся данных позволяет сделать следующие выводы, которые, как и по разделам «Внимание» и «Память», следует интерпретировать с учетом методологических ограничений, подробно рассмотренных далее, в разделе 2.4 (краткосрочный дизайн большинства исследований, преобладание студенческих выборок, нарушение инвариантности измерений, дефицит исследований на подростках). При использовании универсальных LLM без специальных педагогических «защитных механизмов» наблюдается парадоксальный эффект: улучшение выполнения практических заданий в присутствии ИИ не сопровождается переносом знаний в ситуации автономной работы, а в ряде случаев фиксируется снижение экзаменационных показателей [Bastani et al., 2025; Stadler et al., 2024; Kreikes et al., 2025]. При обучении через письмо выявлены негативные тенденции, а именно снижение способности к воспроизведению содержания собственных работ, формирование «метакогнитивной лени» и снижение нейронной связности [Kosmyna et al., 2025; Chen et al., 2025; Fan et al., 2025]. В то же время применение специализированных ИИ-тьюторов в режиме педагогической поддержки (scaffolding) демонстрирует устойчивый положительный эффект, характеризующийся двукратным приростом

усвоения материала, улучшением критического и рефлексивного мышления [Kestin et al., 2025; Essel et al., 2024).

Ключевым фактором, определяющим эффект ИИ на мышление, является не сам факт использования технологии, а ее педагогическая логика. Замещающий режим сопряжен с рисками, тогда как поддерживающий режим создает условия для когнитивного развития. Таким образом, существующие исследования (преимущественно на студенческих выборках) позволяют предположить, что без специально спроектированных педагогических подходов использование универсальных LLM создает риски для формирования самостоятельного мышления и метакогнитивных навыков, однако эти риски могут быть снижены при переходе от замещающего к поддерживающему режиму взаимодействия.

Возрастная специфика (становление абстрактного и рефлексивного мышления у подростков) делает эту группу особенно перспективной для педагогической поддержки, но одновременно требует осторожной экстраполяции выводов, полученных в исследованиях на студенческих выборках [Piaget, 1972; Kuhn, 2009]. Дальнейшие исследования должны фокусироваться на подростковой когорте (5–9 классы) и лонгитюдных дизайнах.

Теория когнитивной нагрузки [Sweller, 1988) и концепция «желательных трудностей» [Bjork, Bjork, 2011] позволяют объяснить полученные во всех подразделах данной главы закономерности. Внешняя когнитивная нагрузка, создаваемая неоптимальным линейным дизайном учебных материалов и процедурными требованиями, может быть успешно снижена с помощью ИИ, что высвобождает ресурсы рабочей памяти для более сложной обработки (положительный эффект разгрузки). Однако если ИИ берет на себя не только избыточную внешнюю нагрузку, но и релевантную нагрузку, то есть, ту, которая направлена на конструирование когнитивных схем, то происходит устранение «желательных трудностей». Именно это и наблюдается в исследованиях с универсальными LLM: снижение релевантной нагрузки (на 34%, по данным Штадлера и коллег [Stadler et al., 2024]) сопровождается ухудшением качества аргументации и отсутствием переноса знаний. Следовательно, ключевой дилеммой педагогического дизайна становится не вопрос: «Использовать или не использо-

вать ИИ», а вопрос: «Какую именно когнитивную нагрузку и при каких условиях следует передавать ИИ, а какую сохранять за учащимся».

Представленные данные позволяют предположить, что простая подстановка ИИ в существующие образовательные практики, сложившиеся до его широкого распространения, не только не решает проблем, но и может усугублять риски. Традиционная образовательная система, построенная на линейных последовательностях «от простого к сложному» и уделении большого внимания процедурным навыкам (грамматическая правка, расчетные операции, форматирование, поиск информации), оказывается уязвимой именно потому, что эти навыки теперь могут быть автоматизированы ИИ [Sidorkin, 2026]. Когда учащийся получает возможность делегировать рутинные операции машине (когнитивная разгрузка), старая система теряет свои опоры, но новая, учитывающая перераспределение когнитивных ресурсов между человеком и инструментом, еще не построена.

Таким образом, во второй главе зафиксированы следующие эмпирические закономерности: цифровая среда и ИИ создают как риски (снижение устойчивости внимания, поверхностное кодирование, «метакогнитивная лень», «когнитивный долг»), так и возможности (поддержка концентрации, разгрузка рабочей памяти, персонализированный тьюторинг). Направление, в котором реализуется та или иная траектория, зависит не от самого факта использования ИИ, а от педагогической логики его включения в учебный процесс. Это с неизбежностью ставит вопрос о необходимости системного пересмотра целей, содержания, методов, средств, форм, ролей субъектов и контроля в образовании — этим задачам посвящена следующая глава.

2.4. Пробелы в исследованиях и методологические ограничения

Проведенный анализ выявил не только содержательные закономерности, но и ряд существенных ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов и формировании выводов.

1. Подавляющее большинство работ ограничено короткими временны́ми интервалами (от одной недели до одного месяца). Такой дизайн не позволяет оценить долгосрочные эффекты использования

ИИ, включая феномены «когнитивного долга» и обратимость изменений в когнитивных структурах [Barcaui, 2025; Kasneci et al., 2023]. Без лонгитюдных данных невозможно отделить краткосрочную адаптацию к инструменту от устойчивых трансформаций познавательной сферы.

2. Многие исследования проводятся на базе конкретных университетов с привлечением студентов определенных специальностей (например, психологов или программистов), что ограничивает возможность переноса результатов на другие популяции. Отдельные эксперименты характеризуются крайне малым размером выборки (вплоть до трех-пяти участников), что делает статистические выводы неустойчивыми [Rostami, Abdi, 2023]. Особенно остро стоит вопрос о дефиците исследований, фокусирующихся именно на подростковой когорте (учащиеся 5–9 классов): большинство выводов экстраполируются с данных, полученных на молодых взрослых (студентах), без учета специфики созревания когнитивного контроля в подростковом возрасте [Marciano et al., 2024].

3. Часть исследований опирается на опросники самоотчета (self-report), которые подвержены искажениям «социальной желательности» и ошибкам памяти. Вместо валидизированных тестов на когнитивные функции (например, измерение объема рабочей памяти или устойчивости внимания) часто используются академические оценки или субъективные суждения учащихся об «эффективности» инструмента [Bauer et al., 2025]. Это затрудняет сопоставление результатов между работами и метааналитический синтез. Более того, тесты, используемые для измерения «когнитивного упадка», были разработаны для мира без ИИ и могут не отражать реальные когнитивные способности, необходимые в среде, дополненной ИИ [Sidorkin, 2026].

4. Методологическим недостатком является нарушение инвариантности измерений. Как подчеркивают Бауэр и коллеги, распространенной ошибкой является использование улучшенных показателей в ходе выполнения задачи с поддержкой ИИ в качестве доказательства состоявшегося научения [Bauer et al., 2025]. Рост продуктивности в присутствии ИИ-ассистента не означает, что навык или знание сохранятся после его устранения. Истинным критерием научения является отсроченное выполнение задачи в автономном режиме, однако такие измерения проводятся редко (исключение — работы Барку и Косминой с коллегами [Barcaui, 2025; Kosmyna et al., 2025]).

5. Анализ показывает наличие областей, практически не затронутых эмпирическими исследованиями:

• недостаточно работ, посвященных распределению внимания в контексте взаимодействия с ИИ (исследование Вайгельта и коллег — одно из немногих исключений [Weigelt et al., 2026]);

• не рассматривается связь изменений внимания, памяти и мышления в едином дизайне — исследования, как правило, фрагментированы по отдельным функциям.

6. Постоянное развитие нейросетей (смена версий GPT, появление новых архитектур) создает ситуацию, при которой выводы, полученные на одной модели, могут не воспроизводиться на следующей. Кроме того, применение объективных методов (айтрекинг, ЭЭГ, fNIRS) требует сложного оборудования и высокой квалификации исследователей, что ограничивает тиражируемость таких исследований [Kosmyna et al., 2025; Yin et al., 2025]. В сочетании с длительными сроками рецензирования это приводит к тому, что к моменту публикации данные могут уже не отражать актуальное состояние технологий [Bauer et al., 2025].

7. Новизна, постоянное развитие нейросетей и других технологий, а также необходимость применять особые методы исследований (например, айтрекинг) [Jamil, 2022] усложняют условия для проведения исследований.

Тем не менее, несмотря на все перечисленные ограничения, проведенная систематизация эмпирических исследований позволила рассмотреть механизмы феномена «когнитивного долга» на всех трех уровнях обработки информации: внимании, памяти и мышлении. Важным результатом стала операционализация двух принципиально различных режимов взаимодействия с ИИ: замещающего (ведущего к долгосрочной деградации) и поддерживающего (создающего условия для устойчивого развития).

Глава 3. Направления изменений в образовательном процессе

Проведенный во второй главе анализ эмпирических исследований позволил зафиксировать устойчивые закономерности: стихийное, педагогически не спроектированное использование ИИ учащимися сопряжено с рисками для трех ключевых когнитивных процессов — внимания (снижение устойчивости), памяти (поверхностное кодирование, более крутая кривая забывания, «эффект Google») и мышления («метакогнитивная лень», отсутствие переноса знаний, снижение нейронной связности). В то же время исследования с использованием ИИ-тьюторов в режиме педагогической поддержки (scaffolding) демонстрируют устойчивый положительный эффект.

Ключевой вывод второй главы состоит в том, что эффект ИИ определяется не самим фактом его применения, а педагогической логикой его включения в учебный процесс. Замещающий режим (ИИ как «костыль») дает краткосрочный выигрыш в скорости, но оборачивается долгосрочными потерями — накоплением «когнитивного долга». Поддерживающий режим (ИИ как тьютор) сохраняет за учеником право на интеллектуальное усилие и ведет к устойчивому развитию навыков, укрепляя человека (human enhancement).

Однако простой рекомендации использовать ИИ в поддерживающем режиме недостаточно. Нужен более системный взгляд: желательно, чтобы изменения касались не только того, как ученик работает с ИИ, но и того, чему и зачем мы вообще учим. В этой главе мы предлагаем набор принципов и рекомендаций, которые опираются на несколько хорошо известных теорий: культурно-историческую теорию [Выготский, 1934], теорию поэтапного формирования умственных действий [Гальперин, 2002], принцип конструктивного выравнивания [Biggs, 1996], а также идеи развивающего обучения [Давыдов, 1996] и «большие идеи» [Wiggins, McTighe, 1998].

Основная идея, объединяющая эти рекомендации, довольно простая: ученик развивается, когда сталкивается с посильным когнитив-

ным конфликтом и преодолевает «желательные трудности» [Bjork, Bjork, 2011]. ИИ полезен там, где он убирает рутинную, избыточную нагрузку (оформление, простой поиск, грамматическая правка и т. п.). Но он не должен снимать ту нагрузку, которая как раз и заставляет мозг строить ментальные схемы, — иначе обучение становится поверхностным. Задача учителя в этой логике сводится к тому, что он должен не запрещать использование ИИ, а придумывать такие задания, где технология помогает, но не делает работу за ученика.

Принцип 1. Сместить цель с предметных знаний на умение учиться. Обычно главная цель — освоить содержание предмета, но в эпоху ИИ это перестает работать: ученик может получить правильный ответ с помощью нейросети, не присвоив знание (эффект «внешней успешности при внутренней пустоте»). Исследования фиксируют «метакогнитивную лень», отсутствие переноса знаний и «эффект Google» — запоминание не содержания, а того, где его найти [Chen et al., 2025; Bastani et al., 2025; Sparrow et al., 2011]. Поэтому полезно ставить во главу угла не знания сами по себе, а умение планировать, прогнозировать, рефлексировать и проверять себя без использования ИИ. Предметное содержание при этом становится материалом, на котором эти навыки тренируются.

Принцип 2. Опираться на главные идеи, а не на линейную последовательность. Традиционное обучение часто строится как жесткая цепочка «от простого к сложному», но исследования показывают, что именно избыточная процедурная нагрузка создает проблемы при работе с ИИ [Kreikes et al., 2025; Stadler et al., 2024]. Вместо этого полезно выделить в теме несколько опорных понятий — фундаментальных, или «больших идей», которые остаются в фокусе на всем протяжении изучения. Исследования показывают, что именно избыточная процедурная нагрузка создает проблемы при работе с ИИ [Там же]. Детали, примеры и частные случаи можно делегировать ИИ, но так, чтобы это не разрушало понимание целого. Это помогает избежать поверхностного запоминания пути доступа вместо содержания («эффект Google 2.0»).

Принцип 3. Выстроить цикл: прогноз — планирование — запрос к ИИ — рефлексия — отсроченное припоминание. Исследования показывают, что без специальной организации знания, полученные с помощью ИИ, не переходят в долговременную память и не переносятся

в новые ситуации [Bastani et al., 2025; Kosmyna et al., 2025]. Полезно встроить работу с ИИ в простой цикл: сначала ученик прогнозирует ответ (без ИИ) — что он знает или предполагает; потом планирует полную основу деятельности; затем обращается к ИИ, чтобы сравнить и уточнить; после этого рефлексирует без ИИ — проговаривает или записывает то, что узнал, в чем ошибался; и только спустя некоторое время воспроизводит знания без ИИ, проверяя, что осталось в голове.

Принцип 4. Использовать ИИ как тренажер, а не как заменитель мысли. Исследования четко различают два режима: замещающий (ИИ делает работу за ученика) и поддерживающий (ИИ помогает, но интеллектуальное усилие остается за учеником). Поддерживающий режим дает устойчивое развитие, замещающий — краткосрочный выигрыш, но долгосрочные потери («когнитивный долг», ослабление памяти, снижение критического мышления). Полезно использовать ИИ для автоматизации рутинных процедур (оформление, поиск, грамматическая правка), но не для подмены анализа, сравнения и оценки. Хороший прием заключается в том, чтобы попросить ИИ сгенерировать ответ, а ученика — найти в нем три ошибки и исправить их.

Принцип 5. Организовать двухфазную работу: сначала с использованием ИИ, потом без него с отсрочкой. Рост продуктивности в присутствии ИИ не означает, что ученик чему-то научился. Истинный критерий — способность выполнить то же самое без помощи ИИ спустя некоторое время [Barcaui, 2025]. Полезно строить занятие так, чтобы была фаза А (работа с ИИ — исследование, верификация) и фаза Б (отсроченное припоминание без ИИ — проверка того, что осталось в голове). Фазу Б хорошо проводить в начале следующего урока, а домашнее задание делать двухтактным: часть с использованием ИИ — дома, а отсроченное воспроизведение — в классе.

Принцип 6. Оценивать не только продукт, но и процесс, и разницу между работой с использованием ИИ и без него. Раз традиционные проверки знания теряют смысл (ИИ отвечает не хуже ученика), полезно оценивать другое. Например, качество прогноза, который ученик сделал до запроса к ИИ; глубину рефлексии после сравнения своего ответа с ответом ИИ, а также минимальную разницу между результатами фазы А (с ИИ) и фазы Б (без ИИ). Чем меньше разница, тем выше уровень присвоения.

Принцип 7. Учитель — организатор процесса, ученик — субъект, а не потребитель. Учитель перестает быть главным источником информации: эту функцию берет на себя ИИ. Задача учителя — проектировать циклы работы, сопровождать рефлексию, давать обратную связь не столько по результату, сколько по процессу. Ученик же осваивает позицию того, кто управляет своим познанием с помощью ИИ как одного из инструментов, а не просто копирует ответы. Это требует обучения простым вещам: как сформулировать запрос, как проверить ответ, как зафиксировать расхождение между прогнозом и реальностью.

Принцип 8. Использовать готовые модели проектирования обучения: SAMR — для проектирования заданий и SPIRAL — для пошаговой работы с ИИ. SAMR помогает уйти от простого замещения («напиши эссе с помощью ИИ») к усилению («ИИ проверяет твой текст»), от модификации («сгенерируй 10 идей — создай свой проект») к переопределению (совместный мультимедийный проект, невозможный без ИИ). SPIRAL — это простая пошаговая инструкция для ученика: «сформулируй запрос (без ИИ) → получи ответ → проанализируй → свяжи с уже известным → отрефлексируй → примени в новом контексте → запиши выводы». Обе модели легко объяснить и использовать в классе.

На основе обобщения эмпирических данных и теоретических работ можно выделить функции ИИ, которые при правильной организации учебного процесса способствуют укреплению человеческого познания. К ним относятся:

- автоматизация рутинных процедур (высвобождение когнитивных ресурсов для мышления более высокого порядка);
- синтез и обобщение информации (создание обзоров литературы, резюмирование);
- генерация вариантов и альтернатив (стимулирование дивергентного мышления);
- распознавание паттернов (выявление корреляций и трендов);
- языковая поддержка (перевод, адаптация стиля);
- создание черновиков, преодоление страха чистого листа (предоставление исходного материала для последующего редактирования);
- персонализированный тьюторинг (адаптивное объяснение концепций, проверка понимания).

Однако, несмотря на расширяющиеся возможности ИИ, ряд когнитивных и экзистенциальных функций остаются уникально человеческими и не могут быть делегированы. К ним относятся:

- постановка целей и ценностное суждение (определение того, какие задачи достойны решения);
- контекстная оценка (понимание динамики конкретной ситуации);
- этическое рассуждение (разрешение ситуаций с конфликтом ценностей);
- физическое присутствие (полевые наблюдения, интервью);
- построение отношений и социальный интеллект (установление доверия, эмпатия, наставничество);
- подлинная креативность (порождение идей, не вытекающих из комбинации существующих данных);
- ответственность (способность отвечать за результаты сотрудничества с ИИ);
- распознавание, где ИИ дает содержательные высказывания, а где — тезисы, не имеющие никакого смысла (выявление беглого, но содержательно пустого текста) [Sidorkin, 2026].

По мнению Сидоркина [Там же], ИИ может стать недостающей инфраструктурой для реализации идей прогрессивного образования (Дж. Дьюи, М. Монтессори, Дж. Брунера), которые ранее были трудноосуществимы в массовой школе из-за ресурсных ограничений. ИИ позволяет начинать со сложных, осмысленных задач, а не со скучных изолированных навыков (преодоление «проклятия учебной программы»); предоставлять постоянную, а не временную педагогическую поддержку (permanent scaffolding) — инструмент, который остается с учеником на протяжении всей жизни; реализовывать принципы персонализированного обучения в масштабе, недоступном ранее. При этом ключевым условием эффективности является использование ИИ в режиме тьютора (поддерживающем), а не замещающем. В режиме тьютора ИИ задает наводящие вопросы, предлагает разные стратегии, но оставляет за учеником окончательное решение и интеллектуальное усилие.

Выводы

Проведенный систематический обзор позволил зафиксировать два принципиально различных сценария взаимодействия с ИИ в процессе обучения. Первый сценарий — замещающий, при котором учащийся регулярно заменяет собственные усилия внешней поддержкой, что ведет к краткосрочному выигрышу в скорости, но долгосрочным рискам (в числе которых «когнитивный долг», «метакогнитивная лень», снижение экзаменационных баллов). Второй сценарий — поддерживающий, при котором инструмент сохраняет за учеником интеллектуальное усилие, что создает условия для устойчивого развития. Таким образом, влияние ИИ на когнитивное развитие не является однозначно негативным или позитивным: речь идет о «развилке», направление которой определяется не самим фактом использования ИИ, а педагогической логикой его включения в учебный процесс. И это ответ на первый исследовательский вопрос: какова связь внимания, памяти и мышления у учащихся с использованием ИИ, согласно данным проведенных исследований? Данные обзора показывают, что автоматизация с помощью ИИ процедурных навыков (грамматической правки, расчетных операций, форматирования, поиска информации и т.д.), на которых традиционная система строила оценку и выстраивала линейную последовательность обучения, обостряет противоречия традиционной образовательной системы. Без пересмотра педагогических стратегий описанные в обзоре риски могут материализоваться, что подтверждается, в частности, снижением экзаменационных показателей при использовании универсальных LLM без специальных защитных механизмов [Bastani et al., 2025; Schultheiß et al., 2024].

Для ответа на второй исследовательский вопрос (при каких условиях ИИ становится инструментом когнитивного развития (human enhancement), а при каких — фактором накопления когнитивного долга (cognitive debt)) была рассмотрена триада «внимание — память — мышление» как единая система обработки информации. Результаты обзора показали, что воздействие ИИ на каждый из этих компонентов приводит к эффектам, которые могут либо усиливать,

либо разрушать естественные механизмы обучения. Внимание выполняет функцию фильтра, и от того, насколько успешно учащийся может удерживать фокус на учебной задаче, зависит, попадет ли информация в память. Исследования показывают, что цифровая среда ассоциируется со снижением устойчивости внимания, ухудшением распределения и ослаблением когнитивного контроля [Baumgartner et al., 2024; Clemente-Suárez et al., 2024]. Подростки, у которых системы когнитивного контроля еще не полностью созрели, оказываются в зоне особого риска [Marciano et al., 2024]. В то же время при корректном использовании ИИ может выполнять поддерживающую функцию: геймификация, персонализация материалов и адаптивная обратная связь помогают удерживать внимание [Ge et al., 2025, Mihai-Robert et al., 2025].

Если информация не была удержана вниманием, она не попадает в память. Но даже при успешной фиксации информации в памяти ИИ способен кардинально менять процессы ее кодирования, консолидации и извлечения. С одной стороны, ИИ-инструменты могут разгружать подсистемы рабочей памяти [Makhataeva et al., 2023] и поддерживать мультимодальное кодирование [Alomar et al., 2025]. С другой стороны, если ИИ предоставляет готовые ответы мгновенно, он лишает мозг возможности закрепить материал [Barcaui, 2025]. Возникает феномен «когнитивного долга» (cognitive debt) — негативные последствия регулярной подмены собственных когнитивных усилий внешней поддержкой, которые проявляются не сразу, а в долгосрочной перспективе в виде снижения нейронной связности, ослабления памяти и неспособности воспроизвести материал без помощи ИИ [Kasneci et al., 2023; Kosmyna et al., 2025]. Кроме того, постоянный доступ к информации формирует так называемый «эффект Google», когда учащиеся запоминают не содержание, а путь доступа к нему [Sparrow et al., 2011], и при исчезновении внешней опоры знания оказываются недоступными.

Даже если что-то выучено наизусть, без мышления эти знания бесполезны. Именно здесь особенно заметна разница между двумя способами использования ИИ. При замещающем режиме ученик получает готовый ответ, не прилагая усилий. Исследования показывают, что это приводит к ухудшению качества рассуждений [Stadler et al., 2024], снижению экзаменационных баллов [Bastani et al., 2025;

Schultheiß et al., 2024], появлению «метакогнитивной лени» — привычки сразу спрашивать у ИИ, вместо того чтобы подумать самому [Chen et al., 2025; Fan et al., 2025]. Данные ЭЭГ подтверждают, что при работе с ИИ мозг становится менее активным, особенно в зонах, отвечающих за глубокое понимание, и переключается на простые моторные действия [Kosmyna et al., 2025]. Таким образом, мозг перестает напрягаться, а значит, и развиваться. С точки зрения теории обучения, это устранение «желательных трудностей»: ИИ, давая легкий ответ, лишает ученика необходимой «борьбы» с материалом [Bjork, Bjork, 2011].

При поддерживающем режиме ИИ не делает работу за ученика, а помогает ему. ИИ задает наводящие вопросы, указывает на ошибки, предлагает варианты, но окончательное решение принимает сам ученик. Исследования показывают, что с ИИ-тьютором ученики усваивают материал в два раза быстрее и лучше [Kestin et al., 2025]; кроме того, у них улучшается критическое и рефлексивное мышление [Essel et al., 2024]. В этом случае ИИ не заменяет, а усиливает умственные способности, оставляя главную работу за учеником. Таким образом, ключевыми педагогическими стратегиями, минимизирующими риски, выступают: 1) смещение цели с предметных знаний на умение учиться; 2) опора на главные идеи, а не на линейную последовательность; 3) выстраивание цикла «прогноз — планирование — запрос к ИИ — рефлексия — отсроченное припоминание»; 4) использование ИИ как тренажера, а не как заменителя мысли (переход от замещающего к поддерживающему режиму); 5) двухфазная организация работы (сначала с ИИ, потом без ИИ с отсрочкой); 6) оценка не только продукта, но и процесса, и разницы между результатами работы с ИИ и без него; 7) изменение ролей: учитель — организатор процесса, ученик — субъект познания; 8) использование готовых моделей, например, SAMR. Приведенные принципы являются ответом на третий исследовательский вопрос: какие педагогические стратегии и форматы взаимодействия с ИИ ассоциируются с минимизацией рисков для когнитивного развития.

Следовательно, ключевая задача педагога и разработчика обучения заключается не в защите учащихся от ИИ и не в пассивном принятии его неконтролируемого использования. Она состоит в про-

ектировании таких форматов взаимодействия, которые используют уникальные возможности ИИ для усиления человеческого познания (human enhancement), а не для его подмены.

Регулируемое, педагогически выстроенное применение ИИ открывает возможность превратить потенциальный «когнитивный долг» (cognitive debt) в устойчивое когнитивное развитие (human enhancement). Напротив, отсутствие такого регулирования с высокой вероятностью приводит к материализации описанных выше рисков. Таким образом, именно педагогический дизайн, а не сам по себе факт использования ИИ, является тем ключевым фактором, который определяет, окажется ли ИИ инструментом укрепления человека или источником его когнитивной уязвимости.

Литература

Выготский Л.С. Мышление и речь: психологические исследования. М., Л.: Государственное социально-экономическое издательство, 1934.

Гальперин П.Я. Психология как объективная наука. М.: Институт практической психологии; МОДЭК. 2002. С. 272–317.

Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. М.: ИНТОР, 1996.

Черникова Д.В., Черникова И.В. Расширение человеческих возможностей: когнитивные технологии и их риски // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 6. С. 114–119.

Al-Furaih S.A.A., Al-Awidi H.M. Fear of missing out (FoMO) among undergraduate students in relation to attention distraction and learning disengagement in lectures // Education and Information Technologies. 2021. Vol. 26. No. 2.

Alomar Z., Guo M., Bland T. AI-generated mnemonic images improve long-term retention of coronary artery occlusions in STEMI: A comparative study // Technologies. 2025. Vol. 13(6). Article 217.

Atkinson R.C., Shiffrin R.M. Human memory: A proposed system and its control processes // Psychology of Learning and Motivation. 1968. No. 2. P. 89–195

Baddeley A. Working memory: theories, models, and controversies // Annual Review of Psychology. 2012. No. 63. P. 1–29.

Baddeley A. The episodic buffer: a new component of working memory? // Trends in Cognitive Sciences. 2000. Vol. 4. No. 11. P. 417–423

Baddeley A.D. Essentials of human memory. Psychology Press, 1999.

Barcaui A. ChatGPT as a cognitive crutch: Evidence from a randomized controlled trial on knowledge retention // Social Sciences & Humanities Open. 2025. Vol. 12. Article 102287. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590291125010186.

Bastani H., Bastani O., Sungu A., Ge H., Kabakci O., Mariman R. Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school

mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2025.

Bauer E., Greiff S., Graesser A.C., Scheiter K., Sailer M. Looking beyond the hype: Understanding the effects of AI on learning // Educational Psychology Review. 2025. Vol. 37(2). Article 45.

Baumgartner S.E., Parry D.A., Beyens I., Wiradhany W., Uncapher M., Wagner A.D., Bavelier D. The short- and long-term effects of digital media use on attention / In: D.A. Christakis & L. Hale (Eds.). Handbook of Children and Screens: Digital Media, Development, and Well-Being from Birth Through Adolescence. Springer Nature, 2025. P. 31–37.

Biggs J. Enhancing teaching through constructive alignment // Higher Education. 1996. Vol. 32. No. 3, 347–364

Bjork E.L., Bjork R.A. Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning / In: Psychology and the Real World. Worth Publishers, 2011. P. 59–68.

Bond M., Khosravi H., De Laat M., Bergdahl N., Negrea V., Oxley E., … Siemens G. A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2024. Vol. 21(1). P. 1–41.

*Bradbury N.*Attention span during lectures: 8 seconds, 10 minutes, or more? // Advances in Physiology Education. 2016. Vol. 40. No. 4.

Călinescu A. The impact of digital technologies on memory and memory studies // Journal of Contemporary Philosophical and Anthropological Studies. 2024. Vol. 2(1).

Chen A., Xiang M., Zhou J., Jia J., Shang J., Li X., Gašević D., Fan Y. Unpacking help-seeking process through multimodal learning analytics: A comparative study of ChatGPT vs Human expert // Computers & Education. 2025. No. 226. Article 105147.

Clemente-Suárez V.J., Beltrán-Velasco A.I., Herrero-Roldán S., Rodríguez-Besteiro S., Martínez-Guardado I., Martín-Rodríguez A., Tornero-Aguilera J.F. Digital device usage and childhood cognitive development: Exploring effects on cognitive abilities // Children, 2024. Vol. 11. No. 11. Article 1299.

Diamond A. Executive functions // Annual Review of Psychology. 2013. No. 64. P. 135–168.

Essel H.B., Vlachopoulos D., Essuman A.B., Amankwa J.O. ChatGPT effects on cognitive skills of undergraduate students: Receiving instant responses from AI-based conversational large language models (LLMs) // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2024. No. 6. Article 100198.

Fan Y., Tang L., Le H., Shen K., Tan S., Zhao Y., Shen Y., Li X., Gašević D. Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance // British Journal of Educational Technology. 2025. Vol. 56(2). P. 489–530.

Ge W. et al. SRLAgent: Enhancing Self-Regulated Learning Skills through Gamification and LLM Assistance. 2025. https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.09968.

George M.J., Russell M.A., Piontak J.R., Odgers C.L. Concurrent and subsequent associations between daily digital technology use and high-risk adolescents' mental health symptoms // Child Development. 2017. Vol. 89. No. 1. P. 78–88.

Haider Z., Zimmer A., Waheed, A., Abuzar M. Study how AI can be used to enhance cognitive functions, such as memory or problem-solving // Bulletin of Business and Economics. 2024. Vol. 13(3). P. 256–263.

Jamil N.Z., Belkacem A.N., Benkhelifa E. Brain-Computer Interface Approach for improving the Pedagogical Practices for Virtual Learning: A Conceptual Framework. 2022 IEEE Learning with MOOCS (LWMOOCS). 2022. P. 72–77.

Jose B., Cherian J., Verghis A.M., Varghise S.M., Joseph S. The cognitive paradox of AI in education: between enhancement and erosion // Frontiers in Psychology. 2025. No. 16. Article 1550621.

Kahneman D. Attention and effort. Prentice-Hall, 1973.

Kasneci E., Seßler, K. Küchemann S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // Learning and Individual Differences. 2023. No. 103. Article 102274.

Kestin G., Miller K., Klales A., Milbourne T., Ponti G. AI tutoring outperforms in-class active learning: an RCT introducing a novel research-

based design in an authentic educational setting // Scientific Reports. 2025. No. 15. Article 17458.

Klarin J., Hoff E., Larsson A., Daukantaitė D. Adolescents' use and perceived usefulness of generative AI for schoolwork: exploring their relationships with executive functioning and academic achievement // Frontiers in Artificial Intelligence. 2024. No. 7. Article 1415782.

Korte M. The impact of the digital revolution on human brain and behavior: Where do we stand? // Dialogues in Clinical Neuroscience. 2020. Vol. 22. No. 2. P. 101–111.

Kosmyna N., Hauptmann E., Yuan Y.T., Situ J., Liao X.-H., Beresnitzky A.V., Braunstein I., Maes P. Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task. arXiv preprint. 2025.

Kosmyna N., Hauptmann E., Yuan Y.T., Situ J., Liao X.-H., Beresnitzky A.V., Braunstein I., Maes P. Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task. arXiv preprint. 2025.

Kreikes P., Kewenig V., Kuvalja M., Lee M., Hofman J.M., Vitello S., Sellen A., Rintel S., Goldstein D.G., Rothschild D., Tankelevitch L., Oates T. Effects of LLM use and note-taking on reading comprehension and memory: A randomised experiment in secondary schools. SSRN Electronic Journal. 2025.

Kuhn D. The importance of learning about knowing: Creating a foundation for development of intellectual values // Child Development Perspectives. 2009. Vol. 3(2). P. 112–117.

Langley P., Simon H.A. The central role of learning in cognition / In: J.R. Anderson (Ed.). Cognitive skills and their acquisition. 1981. P. 361–380.

Marciano L., Dubicka B., Magis-Weinberg L., Morese R., Viswanath K., Weber R. Digital media, cognition, and brain development in adolescence / In: Handbook of Children and Screens. Digital Media, Development, and Well-Being from Birth Through Adolescence. Springer Nature, 2024. P. 21–29.

Mihai-Robert B.E.U. et al. Boosting Cognitive Focus via Attention Types Detection using Brain-Computer Interfaces: A Pilot Study // Applied Medical Informatics. 2025. Vol. 47. No. 2.

Mills K.L., Goddings A.L., Clasen L.S., Giedd J.N., Blakemore S.J. The developmental mismatch in structural brain maturation during adolescence // Developmental Neuroscience. 2014. Vol. 36. No. 3–4. P. 147–160.

Mollick E.R., Mollick L. AI Agents and Education: Simulated Practice at Scale. arXiv preprint, arXiv:2407.12796. 2024.

Nikkelen S.W., Valkenburg, P.M., Huizinga M. Media use and ADHD-related behaviors in children and adolescents: A meta-analysis // Developmental Psychology. 2014. Vol. 50. No. 9. P. 2228–2241.

Nizamani M., Qureshi M., Janjua S.A., Maqsood F. AI as a cognitive coach: Investigating its role in enhancing executive function in adolescents // Review of Applied Management and Social Sciences. 2025. Vol. 8. No. 2. P. 1145–1160.

Pellas N. The Impact of AI-Generated Instructional Videos on Problem-Based Learning in Science Teacher Education // Education Sciences. 2025. Vol. 15(1). Article 102.

Pergantis P., Bamicha V., Skianis C., Drigas A. AI chatbots and cognitive control: Enhancing executive functions through chatbot interactions // Brain Sciences. 2025. Vol. 15. No. 1. Article 47.

Piaget J. Part I: Cognitive Development in Children--Piaget Development and Learning // Journal of Research in Science Teaching. 2003. No. 40.

Posner M.I., Petersen S.E. The attention system of the human brain // Annual Review of Neuroscience. 1990. No. 13. P. 25–42.

Posner M.I., Rafal R.D. Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits / In: Neuropsychological rehabilitation. Guilford Press, 1998. P. 182–201.

Posner M.I., Rothbart M.K. Attention to learning of school subjects // Trends in Neuroscience and Education. 2014. Vol. 3. No. 1. P. 14–17.

Posner M.I., Rothbart M.K., Sheese B.E., Voelker P. Developing attention: Behavioral and brain mechanisms // Advances in Neuroscience. Vol. 2014. Article 405094.

Rahul A.K., Shanthakumar S., Vykunth P., Sairamnath K. Real-time Attention Span Tracking in Online Education. IEEE URTC. 2020.

Risko E.F., Gilbert S.J. Cognitive offloading // Trends in Cognitive Sciences. 2016. Vol. 20. No. 9. P. 676–68.

Rokhsari S. The Impact of Artificial Intelligence on Learners' Memory: A Systematic Review // Journal of Cognition, Emotion & Education, 2025. Vol. 3(2). P. 18–34.

Salomon G. Interaction of media, cognition, and learning. Jossey-Bass, 1979.

Schmidt M.E., Vandewater E.A. Media and attention, cognition, and school achievement // The Future of Children. 2008. Vol. 18. No. 1. P. 63–85.

Schultheiß S.W., Cheng D.S.S., Sumarli D.C. Generative AI usage and exam performance. SSRN Electronic Journal. 2024.

Sidorkin A.M. AI-enhanced pedagogies: Rethinking learning, curriculum, and human potential in the age of intelligent machines. Routledge, 2026.

Siebers T., Beyens I., Pouwels J.L., Valkenburg P.M. Social media and distraction: An experience sampling study among adolescents // Media Psychology. 2021. Vol. 25. No. 3. P. 343–366.

Solso R.L., MacLin O.H., MacLin M.K. Cognitive Psychology: Eighth Edition. Pearson, 2013.

Sparrow B., Liu J., Wegner D.M. Google effects on memory: cognitive consequences of having information at our fingertips // Science. 2011. No. 333(6043). P. 776–778.

Stadler M., Bannert M., Sailer M. Cognitive ease at a cost: LLMs reduce mental effort but compromise depth in student scientific inquiry. Computers in Human Behavior. 2024.

Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning // Cognitive Science. 1998. Vol. 12. No. 2. P. 257–285.

Sweller J. Instructional design in technical areas. Camberwell, Australia: ACER Press, 1999.

Tervo-Clemmens B., Calabro F.J., Parr A.C., Fedor J., Foran W., Luna B. A canonical trajectory of executive function maturation from adolescence to adulthood // Nature Communications. 2023. Vol. 14. No. 1. Article 6922.

Weigelt H., Segev E., Kurtz G., Kahana O., Raz Fogel N. Enhancing students' critical thinking literacy in a generative AI context: Eye movement pat-

terns of deepfake detection // Computers & Education. 2026. No. 244. Article 105529.

Wiggins G., McTighe J. Understanding by design. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). 1998.

Xu T., Liu Y., Jin Y., Qu Y., Bai J., Zhang W., Zhou Y. From recorded to AI-generated instructional videos: A comparison of learning performance and experiencem // British Journal of Educational Technology. 2024. Vol. 56(4). P. 1463–1487.

Yin J., Xu H., Pan Y., Hu Y. Effects of different AI-driven Chatbot feedback on learning outcomes and brain activity // Science of Learning. 2025. Vol. 10(1). Article 17.

УКРЕПЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА (HUMAN ENHANCEMENT) ИЛИ КОГНИТИВНЫЙ ДОЛГ (COGNITIVE DEBT): ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Долгополова (Корешникова) Юлия Николаевна,
кандидат педагогических наук, доцент, старший научный сотрудник, академический руководитель магистерской программы «Педагогическое образование» Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: koreshnikova@hse.ru

Котов Алексей Александрович,
кандидат психологических наук, заместитель заведующего научно-учебной лабораторией когнитивных исследований, доцент департамента психологии факультета социальных наук НИУ ВШЭ.
E-mail: akotov@hse.ru

Юсупова Мария Альбертовна,
студент магистерской программы «Педагогическое образование» Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: mayusupova@edu.hse.ru

Панфилова Елизавета Евгеньевна,
студент магистерской программы «Педагогическое образование» Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: eepanfilova@edu.hse.ru

Шаповалова Маргарита Викторовна,
студент магистерской программы «Педагогическое образование» Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: mvshapovalova@edu.hse.ru

Федорович Дарья Владимировна,
студент магистерской программы «Педагогическое образование» Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: davlfedorovich@edu.hse.ru

Стремилова Екатерина Константиновна,
аналитик, преподаватель Департамента образовательных программ Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: estremilova@hse.ru

Журавлева Анастасия Витальевна,
студент магистерской программы «Доказательное развитие образования» Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: aazhuravleva@edu.hse.ru

Соломинова Дарья Алексеевна,
аналитик Института образования НИУ ВШЭ.
E-mail: dsolominova@hse.ru

Аннотация. Более половины российских подростков ежедневно используют генеративные нейросети, и эта цифра продолжает расти. В этих условиях искусственный интеллект (ИИ) становится не просто инструментом, а когнитивным партнером учащегося, что требует переосмысления процесса познания и сложившихся образовательных практик. В обзоре систематизированы эмпирические данные исследований 2014–2026 гг., посвященных трансформации когнитивных процессов у учащихся под влиянием ИИ. Цель обзора — проанализировать, какие изменения внимания, памяти и мышления при взаимодействии с ИИ фиксируются в исследованиях, и на этой основе выделить условия, при которых ИИ становится инструментом когнитивного развития (human enhancement), а не фактором накопления «когнитивного долга» (cognitive debt). В анализ включены 30 источников, отобранных методом систематического поиска по базам данных PubMed, Google Scholar, Scopus, JSTOR, ScienceDirect, Academia.edu, ResearchGate за 2014–2026 гг. с дополнительным ручным поиском и поиском методом «снежного кома». Анализ позволяет предположить, что при отсутствии специально спроектированных педагогических подходов использование ИИ сопряжено с рисками (снижение устойчивости внимания, «метакогнитивная лень», «когнитивный долг»). В то же время отдельные исследования свидетельствуют, что изменение формата взаимодействия с ИИ может способствовать укреплению когнитивных процессов. На основе результатов обзора предложены практические принципы организации образовательного процесса с

использованием ИИ. Материалы обзора будут полезны исследователям в области образования, педагогам, разработчикам образовательных программ, методистам, руководителям образовательных организаций, а также всем специалистам, занимающимся вопросами интеграции искусственного интеллекта в обучение.

Ключевые слова: генеративный искусственный интеллект, когнитивное развитие, «когнитивный долг», ИИ-тьютор, ИИ-помощник, интериоризация.

HUMAN ENHANCEMENT OR COGNITIVE DEBT: OPPORTUNITIES AND RISKS OF USING AI IN EDUCATION

Dolgopolova (Koreshnikova) Yulia,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Academic Supervisor of the Master's program «Pedagogical Education» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: koreshnikova@hse.ru

Kotov Aleksey,
Candidate of Psychological Sciences, Deputy Head of the Scientific and Educational Laboratory of Cognitive Research, Associate Professor at the Faculty of Social Sciences, Department of Psychology, HSE.
E-mail: akotov@hse.ru

Yusupova Maria,
student of the master's degree program «Pedagogical Education» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: mayusupova@edu.hse.ru

Panfilova Elizabeth,
student of the master's degree program «Pedagogical Education» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: eepanfilova@edu.hse.ru

Shapovalova Margarita,
student of the master's degree program «Pedagogical Education» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: mvshapovalova@edu.hse.ru

Fedorovich Darya,
student of the master's degree program «Pedagogical Education» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: davlfedorovich@edu.hse.ru

Stremilova Ekaterina,
analyst, teacher of the master's degree program «Pedagogical Education» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: estremilova@hse.ru

Zhuravleva Anastasia,
student of the master's program «Evidence-based education development» at the Institute of Education, HSE.
E-mail: aazhuravleva@edu.hse.ru

Solominova Darya,
analyst at the Institute of Education, HSE.
E-mail: dsolominova@hse.ru

Generative artificial intelligence Deep Seek was used in the writing of this text to harmonize the style across sections written by different authors

Abstact. More than half of Russian adolescents use generative neural networks daily, and this figure continues to grow. Under these conditions, AI is becoming not just a tool but a cognitive partner for students, which requires a rethinking of existing educational practices. This systematic review synthesizes empirical data from studies conducted between 2014 and 2026 on the transformation of students' cognitive processes under the influence of artificial intelligence (AI). The aim of the review is to analyze what changes in attention, memory, and thinking are documented in research on AI interaction, and based on this, to identify the conditions under which AI becomes a tool for cognitive development (human enhancement) rather than a factor contributing to cognitive debt. The analysis includes 30 sources selected according to the following methodology: a systematic search of PubMed, Google Scholar, Scopus, JSTOR, ScienceDirect, Academia.edu, and ResearchGate databases for the period 2014–2026, supplemented by manual searching and the snowball method. The analysis suggests that in the absence of specially designed pedagogical approaches, the use of AI is associated with risks (reduced sustained attention, metacognitive laziness, cognitive debt). At the same time, selected studies indicate that changing the interaction format can contribute to the strengthening of cognitive functions. Based on the re-

view findings, practical principles for organizing the educational process with AI are proposed.

Keywords: generative artificial intelligence, cognitive development, cognitive debt, AI tutor, AI assistant, interiorization.

Один из сильнейших университетов страны приглашает на бюджетные места

Институт образования НИУ ВШЭ предоставляет уникальную возможность для профессионального развития и карьерного роста. Образовательные программы построены с учетом научных разработок и изменений в законодательстве. Среди преподавателей — ведущие российские и зарубежные ученые, признанные эксперты — практики российского образования.

МАГИСТЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ

Для будущих ученых

■ **Трек «Магистратура — аспирантура»**
Период обучения: 5 лет
Форма обучения: очно-заочная

Для старта карьеры в образовании

Период обучения: 2 года.
Форма обучения: очная

■ **«Доказательное развитие образования»**
Академический руководитель — В.А. Мальцева

■ **«Обучение и оценивание как наука»**
Академический руководитель — Д.А. Грачева
Научный руководитель — Е.Ю. Карданова

■ **«Педагогическое образование»**
Академический руководитель — Ю.Н. Корешникова

■ **«Педагогический дизайн: теория и практика обучения»**
Академический руководитель — А.Г. Агаджанян

Для руководителей вузов и школ

Период обучения: 2,5 года
Форма обучения: очно-заочная

■ **«Управление в высшем образовании»**
Академический руководитель — Н.К. Габдрахманов

■ **«Управление образованием»**
Академические руководители — Н.В. Исаева, А.А. Кобцева

■ **«Цифровая трансформация образования»**
Академический руководитель — А.А. Кобцева

Обучение осуществляется как бесплатно на бюджетной основе, так и с оплатой на договорной основе. Работникам бюджетных учреждений предоставляется 50%-я скидка на обучение при поступлении на коммерцию.

Департамент образовательных программ Института образования НИУ ВШЭ:
https://ioe.hse.ru/masters
Тел.: +7 495 772-95-90 (доб. 23094, 23452)

АСПИРАНТСКАЯ ШКОЛА ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Институт образования НИУ ВШЭ приглашает к поступлению в уникальную для России Аспирантскую школу по образованию. Аспирантская школа открывает возможность проводить исследования на стыке наук, применяя междисциплинарный подход. После защиты соискатели получают степень кандидата наук НИУ ВШЭ об образовании / PhD HSE in Education.

Преимущества программы:

- ✓ Практика исследований и возможность трудоустройства с первых дней
- ✓ Система финансовой поддержки аспирантов
- ✓ Онлайн-стажировки в ведущих мировых университетах по теме исследования
- ✓ Доступ ко всем образовательным и академическим ресурсам ВШЭ
- ✓ Трек по «Измерениям и оцениванию в образовании»
- ✓ Регулярные презентации новых исследований

Школа предлагает две формы обучения и подготовки диссертации:

Классическая аспирантура — для тех, кто хочет полностью сфокусироваться на развитии научной карьеры. Это очная аспирантура, дающая все плюсы обучения в аспирантской школе: статус аспиранта, комплексную поддержку на протяжении всего периода обучения и подготовки диссертации, возможность трудоустройства в центры и проекты Института образования и т.д.

Профессиональная аспирантура — для тех, кто уже нашел себя в бизнес- и управленческих структурах сферы образования. Эта очная программа дает возможность совмещать обучение с занятостью вне стен Института.

Как поступить?
Подробная информация на сайте: https://aspirantura.hse.ru/ed/howtoapply

Обучение очное и бесплатное — три года.

Аспирантская школа по образованию:
https://aspirantura.hse.ru/ed
Тел.: +7 495 772-95-90 (доб. 22714)

Для заметок

Научное издание

Серия
Современная аналитика образования

№ 5 (97)

УКРЕПЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА (HUMAN ENHANCEMENT) ИЛИ КОГНИТИВНЫЙ ДОЛГ (COGNITIVE DEBT): ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Редактор: *И. Гумерова*
Компьютерная верстка: *Н. Пузанова*

Подписано в печать 20.07.2026. Формат 60×84 1/16
Усл.-печ. л. 3,84. Уч.-изд. л. 3,38. Тираж 100 экз.

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20
Тел.: +7 495 624-40-27

Институт образования
101000, Москва, Потаповский пер., д. 16, стр. 10
Тел.: +7 495 623-52-49
ioe@hse.ru

ISSN 2500-0608