

*Шевелев Сергей Игоревич, учитель физики и информатики, 1 КК
Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение
«Троицкая средняя общеобразовательная школа №62» (п. Троицкий)*

КОГНИТИВНАЯ ПЕРЕГРУЗКА В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ: КАК ПРОЕКТИРОВАТЬ УРОКИ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ С УЧЕТОМ ЛИМИТОВ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ

Аннотация: В статье представлен комплексный анализ проблемы когнитивной перегрузки обучающихся при интеграции цифровых образовательных ресурсов в учебный процесс по физике и информатике. На основе теории когнитивной нагрузки (Cognitive Load Theory) и данных современной нейрокогнитивистики автором разработана методологическая модель проектирования учебных занятий, учитывающая биологически обусловленные ограничения рабочей памяти. Раскрыты механизмы оптимизации внешней, внутренней и полезной когнитивной нагрузки, предложены практические алгоритмы для педагогов. Материалы статьи соответствуют требованиям ФГОС ООО и СОО, СанПиН 1.2.3685-21 и могут быть использованы в системе повышения квалификации педагогических кадров.

Ключевые слова: *когнитивная нагрузка, рабочая память, цифровая образовательная среда, физика, информатика, ФГОС, нейропедагогика.*

Современное состояние системы общего образования характеризуется интенсивной цифровизацией учебно-воспитательного процесса. Федеральные государственные образовательные стандарты основного общего и среднего общего образования (ФГОС ООО и СОО) императивно требуют формирования у обучающихся цифровой грамотности, компетенций в области работы с информацией, способности к использованию информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в познавательной и практической деятельности [1]. Предметные области «Физика» и «Информатика» находятся на переднем крае данного процесса, поскольку их содержание объективно требует применения специализированного программного обеспечения, виртуальных лабораторий, сред программирования и моделирования.

Однако эмпирические наблюдения и результаты педагогического мониторинга свидетельствуют о наличии системной проблемы: интенсификация использования цифровых инструментов не всегда коррелирует с повышением качества усвоения учебного материала. Более того, в ряде случаев фиксируется обратная зависимость: насыщение урока мультимедийными компонентами сопровождается снижением глубины понимания, увеличением количества

ошибок при выполнении заданий, ростом субъективной утомляемости обучающихся [2].

Данное противоречие обусловлено фундаментальным несоответствием между экспоненциально растущими возможностями цифровых образовательных сред и эволюционно стабильными параметрами когнитивной архитектуры человеческого мозга. Рабочая память, являющаяся ключевым компонентом системы переработки информации, имеет жёстко ограниченные ёмкостные характеристики, которые не могут быть расширены посредством педагогических или технологических вмешательств. Игнорирование данного факта при проектировании учебных занятий приводит к явлению когнитивной перегрузки, при которой обучающийся теряет способность к эффективной обработке поступающей информации, несмотря на внешнюю активность и формальное вовлечение в учебный процесс.

Цель настоящей статьи – разработка научно обоснованных рекомендаций по проектированию уроков физики и информатики с учётом лимитов рабочей памяти обучающихся в условиях цифровой образовательной среды.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Когнитивная архитектура и ограничения рабочей памяти

Проблема ёмкости рабочей памяти занимает центральное место в когнитивной психологии с середины XX века. Классическая работа Джорджа Миллера «Магическое число семь, плюс или минус два» (1956) установила, что объём кратковременной памяти взрослого человека составляет 7 ± 2 единицы информации [3]. Однако последующие исследования, проведённые с использованием более строгих методологических протоколов, продемонстрировали, что для сложных когнитивных задач, требующих одновременного удержания и обработки информации, данный лимит существенно ниже.

Работа Нельсона Коуэна (2001), основанная на метаанализе многочисленных экспериментальных исследований, показала, что реальная ёмкость рабочей памяти составляет 4 ± 1 «чанка» (единицы структурированной информации) для большинства взрослых испытуемых [4]. Для детей и подростков данный показатель ещё ниже и варьируется в зависимости от возраста:

- **7–9 лет:** 2–3 единицы;
- **10–12 лет:** 3–4 единицы;
- **13–15 лет:** 4–5 единиц;
- **16–18 лет:** приближается к взрослым нормативам [5].

Данные нейрофизиологических исследований подтверждают, что ограничение рабочей памяти связано с функциональными характеристиками префронтальной коры головного мозга, отвечающей за исполнительные функции, включая удержание информации, переключение внимания и торможение нерелевантных стимулов [6].

1.2. Теория когнитивной нагрузки (Cognitive Load Theory)

Теория когнитивной нагрузки, разработанная Джоном Свеллером в конце 1980-х годов и продолжающая развиваться в настоящее время, предоставляет наиболее полный теоретический фреймворк для анализа проблемы перегрузки в образовательном контексте [7]. Согласно данной теории, общая когнитивная нагрузка складывается из трёх компонентов:

Внутренняя когнитивная нагрузка (Intrinsic Cognitive Load) обусловлена объективной сложностью учебного материала и количеством взаимодействующих элементов, которые должны быть одновременно обработаны в рабочей памяти для понимания материала. Например, при изучении закона Ома для полной цепи ученик должен одновременно удерживать в памяти понятия ЭДС, внутреннего сопротивления, силы тока и напряжения, а также понимать взаимосвязи между ними. Данный тип нагрузки не может быть устранён, но может быть оптимизирован посредством правильной последовательности предъявления материала.

Внешняя когнитивная нагрузка (Extraneous Cognitive Load) определяется способом организации учебной информации и не способствует формированию знаний в долговременной памяти. Источниками внешней нагрузки являются:

- плохой дизайн учебных материалов;
- избыточная информация (декоративные изображения, анимации);
- разнесение связанных элементов в пространстве или времени;
- необходимость поиска информации в интерфейсе;
- многозадачность и переключение внимания.

Данный тип нагрузки должен быть минимизирован всеми доступными средствами.

Полезная когнитивная нагрузка (Germane Cognitive Load) представляет собой когнитивные ресурсы, направленные на процессы схемообразования – создание, автоматизацию и интеграцию когнитивных схем в долговременной памяти [8]. Это «полезная» нагрузка, которую следует максимизировать за счёт ресурсов, высвобожденных при снижении внешней нагрузки.

Баланс между данными компонентами описывается уравнением:

Общая нагрузка = Внутренняя нагрузка + Внешняя нагрузка + Полезная нагрузка ≤ Ёмкость рабочей памяти

При превышении суммарной нагрузки над индивидуальной ёмкостью рабочей памяти происходит когнитивная перегрузка, и обучение становится неэффективным.

1.3. Нейропедагогический подход к проектированию обучения

Современная нейропедагогика интегрирует данные нейронаук, когнитивной психологии и педагогики для разработки научно обоснованных образовательных практик [9]. Ключевой принцип нейропедагогики заключается в том, что эффективное обучение должно соответствовать биологическим возможностям мозга обучающегося. Это требует от педагога понимания базовых механизмов памяти, внимания и обработки информации.

В контексте преподавания физики и информатики нейропедагогический подход предполагает:

1. Учёт возрастных особенностей развития префронтальной коры у подростков;
2. Оптимизацию темпа предъявления информации;
3. Чередование периодов высокой когнитивной активности с периодами консолидации;
4. Использование мультимодальной подачи информации с учётом принципа модальности.

2. АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

2.1. Требования ФГОС и их импликации для когнитивной нагрузки

Федеральные государственные образовательные стандарты устанавливают требования к результатам освоения образовательных программ, которые включают предметные, метапредметные и личностные компетенции [1]. Для предметов «Физика» и «Информатика» стандартом предусмотрено:

- формирование представлений о физической картине мира;
- овладение навыками проведения экспериментов и обработки данных;
- развитие алгоритмического мышления;
- формирование навыков программирования;
- умение использовать ИКТ для решения учебных и практических задач.

Реализация данных требований объективно требует значительных когнитивных ресурсов. Например, задача программирования простейшего алгоритма требует одновременного удержания в памяти:

- синтаксических правил языка программирования;
- логической структуры алгоритма;
- семантики используемых переменных;
- целей и условий задачи.

Для начинающего программиста (ученика 7–9 классов) совокупность этих элементов превышает ёмкость рабочей памяти, что приводит к ошибкам, фрустрации и снижению мотивации.

2.2. Санитарно-гигиенические нормативы и ограничения

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» устанавливает предельно допустимое время непрерывной работы с экраном для обучающихся [10]:

Таблица 1 – Предельно допустимое время непрерывной работы с экраном для обучающихся

Классы	Максимальное время непрерывной работы, (мин)
5-6	15
7-9	20
10-11	25

Данные нормативы обусловлены не только факторами зрительного утомления, но и когнитивным истощением. Работа с цифровыми интерфейсами требует постоянного распределения внимания между множеством элементов (текст, графика, навигационные элементы, уведомления), что создаёт дополнительную внешнюю когнитивную нагрузку.

Таким образом, педагог сталкивается с двойным ограничением: временным (СанПиН) и когнитивным (ёмкость рабочей памяти). Эффективное проектирование урока должно учитывать оба фактора.

2.3. Эмпирические свидетельства проблемы

Анализ педагогической практики и результатов мониторинга качества образования выявляет следующие индикаторы когнитивной перегрузки на уроках физики и информатики:

1. **Снижение точности выполнения заданий** после 15–20 минут интенсивной работы с цифровыми материалами;
2. **Увеличение количества вопросов уточняющего характера**, свидетельствующих о неусвоении инструкций;

3. **Пассивное поведение обучающихся** при работе со сложными интерактивными моделями (случайное переключение элементов без понимания причинно-следственных связей);
4. **Рост субъективной утомляемости**, фиксируемый посредством анкетирования;
5. **Низкая эффективность домашнего задания**, выполненного в цифровой среде без непосредственного руководства учителя.

Данные индикаторы должны рассматриваться педагогом как сигналы о необходимости коррекции методов предъявления учебного материала.

3. ПРОБЛЕМЫ И ПРОТИВОРЕЧИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

3.1. Фундаментальные противоречия

На основании теоретического анализа и эмпирических данных можно выделить следующие противоречия:

Противоречие №1: между дидактическими возможностями цифровых сред и когнитивными ограничениями обучающихся.

Современные образовательные платформы предоставляют практически неограниченные возможности для визуализации, анимации, интерактивности. Однако каждое дополнительное визуальное или интерактивное элемент требует когнитивных ресурсов для обработки. Парадоксально, но избыток возможностей может снижать эффективность обучения.

Противоречие №2: между требованиями к интенсивности использования ИКТ и санитарными нормативами.

ФГОС требует активного применения цифровых инструментов, в то время как СанПиН ограничивает время работы с экраном. Педагог вынужден искать компромиссные решения, позволяющие реализовать стандарт без нарушения гигиенических норм.

Противоречие №3: между индивидуальными различиями в ёмкости рабочей памяти и фронтальной организацией учебного процесса.

Ёмкость рабочей памяти варьируется у разных обучающихся в пределах одного класса. При фронтальном изложении материала учитель ориентируется на «среднего» ученика, что приводит к перегрузке слабых и недогрузке сильных обучающихся.

Противоречие №4: между необходимостью формирования сложных когнитивных схем и ограниченным временем урока.

Физика и информатика требуют формирования сложных иерархических схем знаний. Однако стандартная продолжительность урока (45 минут) не

позволяет обеспечить достаточное время для консолидации информации в долговременной памяти.

3.2. Специфические проблемы предметов «Физика» и «Информатика»

Для физики:

- Высокая абстрактность понятий (поле, энергия, импульс);
- Необходимость одновременной обработки вербальной, математической и графической информации;
- Сложность мысленного моделирования физических процессов;
- Проблемы переноса знаний из виртуальных лабораторий в реальный эксперимент.

Для информатики:

- Высокая плотность синтаксической информации в коде;
- Необходимость ментальной симуляции выполнения программы;
- Быстрое устаревание инструментов и интерфейсов;
- Проблема отладки при ограниченной рабочей памяти (невозможность удержания всех переменных в уме).

4. НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ

4.1. Концептуальная модель проектирования урока

На основе теории когнитивной нагрузки автором разработана модель проектирования урока, включающая следующие этапы:



4.2. Принципы оптимизации когнитивной нагрузки

Принцип 1. Сегментация информации (Chunking)

Информация должна быть разделена на смысловые блоки, каждый из которых не превышает ёмкость рабочей памяти целевой возрастной группы.

Практическая реализация:

- Разбиение лекционного материала на сегменты по 5–7 минут с паузами для осмысления;
- Представление сложных формул поэтапно (сначала концепция, затем математическая запись);
- Использование прогрессивного раскрытия кода в информатике (от общей структуры к деталям реализации);
- Применение «скелетных» конспектов, где ученик заполняет только ключевые элементы.

Пример для физики: при изучении закона сохранения энергии:

Этап 1: Концептуальное понимание (энергия не исчезает);

Этап 2: Качественный анализ (какие виды энергии присутствуют);

Этап 3: Математическая формулировка;

Этап 4: Решение задачи.

Пример для информатики: при изучении циклов:

Этап 1: Концепция повторения действий;

Этап 2: Визуальная схема цикла (блок-схема);

Этап 3: Синтаксис языка программирования;

Этап 4: Написание и отладка кода.

Принцип 2. Модальность (Modality Effect)

Использование обоих каналов восприятия (визуального и аудиального) позволяет увеличить эффективную ёмкость рабочей памяти, поскольку каждый канал имеет независимый лимит [11].

Практическая реализация:

- Объяснение графиков и схем через narration (голосовое сопровождение), а не через текст на слайде;
- Избегание дублирования информации в одинаковой модальности (не читать текст, написанный на слайде);
- Использование подписей к анимациям в аудиоформате;
- Применение подкастов и аудиоинструкций для домашних заданий.

Исследовательские данные: Эксперименты Майера демонстрируют, что замена текстовых пояснений к диаграммам на аудиопояснения улучшает результаты обучения на 30–50% [12].

Принцип 3. Устранение избыточности (Redundancy Principle)

Избыточная информация конкурирует за ресурсы рабочей памяти и должна быть устранена.

Практическая реализация:

- Удаление декоративных изображений, не несущих учебной функции;
- Минимизация текста на слайдах (только ключевые термины и формулы);
- Отключение уведомлений и второстепенных элементов интерфейса во время объяснения;
- Предоставление раздаточных материалов после урока, а не во время объяснения (чтобы не отвлекать внимание).

Принцип 4. Пространственная и временная смежность (Spatial and Temporal Contiguity)

Связанные элементы информации должны быть представлены в непосредственной близости в пространстве и времени.

Практическая реализация:

- Размещение подписей непосредственно на графиках и схемах, а не в легенде;
- Синхронизация анимации с голосовым объяснением;
- Избегание переключения между слайдами/окнами для понимания связи между элементами;
- Использование интерактивных досок с возможностью аннотирования в реальном времени.

Принцип 5. Сигнализация (Signaling)

Выделение ключевой информации направляет внимание и снижает нагрузку на поиск релевантных элементов.

Практическая реализация:

- Цветовое кодирование связанных элементов (например, одинаковые переменные в формулах выделяются одним цветом);
- Использование стрелок, рамок, подчеркиваний для акцентирования внимания;
- Вербальные маркеры («обратите внимание», «ключевой момент», «важно запомнить»);
- Прогрессивное раскрытие информации (появление элементов по клику).

4.3. Алгоритм проектирования учебного материала

Для практического применения вышеизложенных принципов предлагается следующий алгоритм (таблица 2):

Таблица 2 - Алгоритм проектирования учебного материала

Шаг	Действие	Критерий качества
1	Декомпозиция учебного содержания на элементарные единицы	Каждая единица ≤ 4 элемента взаимодействия
2	Оценка внутренней нагрузки каждого элемента	Ранжирование по сложности
3	Проектирование последовательности предъявления	От простого к сложному, от конкретного к абстрактному
4	Выбор модальности для каждого элемента	Баланс визуального и аудиального
5	Устранение избыточных элементов	Аудит каждого элемента на учебную ценность
6	Добавление сигналов для ключевой информации	Визуальные и вербальные маркеры
7	Планирование пауз для консолидации	1–2 минуты после каждого сегмента
8	Разработка заданий для полезной нагрузки	Задачи на осмысление, а не воспроизведение

5. ТЕХНОЛОГИИ И УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ

5.1. Технические требования

Для реализации принципов когнитивной эргономики необходимо следующее оснащение:

1. **Интерактивные панели** с возможностью поэтапного раскрытия информации (анимация появления элементов);
2. **Системы голосования** (Plickers, Kahoot, Mentimeter) для быстрой диагностики понимания;
3. **Виртуальные лаборатории** с пошаговым режимом работы (PhET, Algodoo, Virtual Physics Lab);
4. **Среды программирования** с поддержкой scaffolding (пошаговые подсказки, подсветка синтаксиса);
5. **Системы управления обучением (LMS)** с возможностью трекинга времени выполнения заданий.

5.2. Программные инструменты

Таблица 3 – Программные инструменты

Категория	Инструменты	Применение
Виртуальные лаборатории	PhET, Algodoo, Labster	Демонстрация физических явлений
Интерактивные видео	H5P, Edpuzzle, PlayPosit	Сегментация видео с вопросами

Визуализация кода	Python Tutor, Code.org	Пошаговое выполнение программ
Создание презентаций	PowerPoint, Prezi, Canva	Дизайн с учётом принципов CLT
Диагностика	Kahoot, Quizizz, Google Forms	Формирующее оценивание

5.3. Организационные условия

1. **Хронометраж урока:** Чередование периодов работы с экраном (15–20 мин) с периодами офлайн-активности (работа в тетрадях, дискуссии, физический эксперимент);
2. **Групповая работа:** Распределение когнитивной нагрузки между участниками группы при решении сложных задач;
3. **Дифференциация:** Предоставление материалов разного уровня сложности в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся;
4. **Домашнее задание:** Ограничение времени выполнения цифровых заданий (не более 20 минут непрерывной работы).

6. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

6.1. Коммуникативные нормы

Темп речи: оптимальная скорость предъявления вербальной информации составляет 120–140 слов в минуту. Более быстрый темп увеличивает нагрузку на аудиальный канал рабочей памяти.

Паузы: после предъявления ключевой информации необходима пауза 30–60 секунд для консолидации. В это время не следует вводить новую информацию.

Проверка понимания: каждые 10–15 минут следует проводить краткую диагностику (1–2 вопроса) для выявления признаков перегрузки.

6.2. Нормы организации деятельности

Монозадачность: во время объяснения нового материала следует исключить параллельную деятельность (запись под диктовку, работа с учебником). Запись следует проводить после объяснения.

Управление вниманием: Явное указание на объект внимания («смотрите на график», «обратите внимание на эту формулу») снижает нагрузку на поиск релевантной информации.

Предсказуемость: Структура урока должна быть предсказуемой для обучающихся. Неожиданные изменения формата деятельности требуют дополнительных когнитивных ресурсов на адаптацию.

6.3. Нормы обратной связи

Своевременность: Обратная связь должна предоставляться в момент выполнения задания, а не после его завершения. Это позволяет корректировать когнитивные схемы до их закрепления.

Конкретность: Обратная связь должна указывать на конкретную ошибку, а не на общий результат. Это снижает нагрузку на поиск причины ошибки.

Позитивный фрейминг: Акцент на правильных элементах решения поддерживает мотивацию и снижает тревожность, которая сама по себе является источником когнитивной нагрузки.

7. МЕТОДИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ, ЗНАЧИМОСТЬ И ИННОВАЦИОННЫЙ ХАРАКТЕР

7.1. Методическая направленность

Представленные материалы ориентированы на:

- Учителей физики и информатики основной и старшей школы;
- Методистов и руководителей методических объединений;
- Разработчиков образовательных контентов и цифровых ресурсов;
- Преподавателей системы повышения квалификации педагогических кадров.

7.2. Научная и практическая значимость

Научная значимость:

- Интеграция данных когнитивной психологии в методику преподавания конкретных предметов;
- Разработка операционализируемой модели проектирования урока на основе CLT;
- Адаптация международных исследовательских данных к российским образовательным реалиям (ФГОС, СанПиН).

Практическая значимость:

- Предоставление учителям конкретных инструментов для диагностики и снижения когнитивной перегрузки;
- Возможность непосредственного применения рекомендаций в текущей педагогической практике;
- Снижение утомляемости обучающихся при сохранении или повышении качества усвоения материала.

7.3. Инновационный характер

Инновационность представленных материалов заключается в следующем:

1. **Смещение фокуса с преподавания на восприятие:** Традиционная методика концентрируется на действиях учителя; предлагаемый подход фокусируется на процессах обработки информации в мозге обучающегося.
2. **Нейропедагогическое обоснование:** Рекомендации базируются не на педагогической интуиции, а на данных нейронаук и когнитивной психологии.
3. **Предметная спецификация:** Принципы CLT адаптированы конкретно для физики и информатики с учётом их эпистемологических особенностей.
4. **Инструментальность:** Предложены конкретные алгоритмы, чек-листы и критерии, а не только теоретические положения.

8. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ

8.1. Краткосрочные перспективы (1–2 года)

- Внедрение модулей по когнитивной эргономике в программы повышения квалификации педагогов;
- Разработка методических рекомендаций для региональных систем образования;
- Создание банка учебных материалов, сертифицированных по критериям когнитивной нагрузки;
- Проведение педагогических экспериментов по валидации предложенной модели.

8.2. Среднесрочные перспективы (3–5 лет)

- Интеграция принципов CLT в федеральные учебно-методические комплексы;
- Разработка стандартов дизайна образовательного цифрового контента;
- Внедрение систем Learning Analytics для мониторинга когнитивной нагрузки в реальном времени;
- Создание адаптивных образовательных платформ, автоматически регулирующих сложность подачи материала.

8.3. Долгосрочные перспективы (5–10 лет)

- Формирование новой профессиональной компетенции педагога — «когнитивный дизайн обучения»;
- Разработка нейроинтерфейсов для объективной регистрации когнитивной нагрузки;
- Интеграция данных индивидуальной когнитивной профилировки в персонализированные образовательные траектории;
- Создание национальной системы сертификации образовательных ресурсов по критериям когнитивной эргономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема когнитивной перегрузки в цифровой образовательной среде представляет собой один из ключевых вызовов современного образования. Интенсификация использования цифровых инструментов, требуемая ФГОС и обусловленная объективными тенденциями развития общества, должна осуществляться с учётом биологически детерминированных ограничений когнитивной системы обучающегося.

Настоящая статья демонстрирует, что теория когнитивной нагрузки предоставляет педагогам физики и информатики научно обоснованный инструментарий для проектирования учебных занятий, оптимизирующих использование рабочей памяти. Реализация предложенных принципов (сегментация, модальность, устранение избыточности, смежность, сигнализация) позволяет снизить внешнюю когнитивную нагрузку и перенаправить высвобожденные ресурсы на процессы схемообразования.

Важно подчеркнуть, что когнитивная эргономика урока не противоречит требованиям ФГОС, а, напротив, создаёт условия для их эффективной реализации. Обучающийся, не перегруженный внешней информацией, способен к более глубокому осмыслению материала, развитию метапредметных компетенций и формированию устойчивой учебной мотивации.

Перспективы развития данного направления связаны с интеграцией данных нейронаук в педагогическую практику, разработкой адаптивных образовательных систем и формированием новой профессиональной культуры педагога, включающей компетенции в области когнитивного дизайна обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования: утв. приказом Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования: утв. приказом Минпросвещения России от 31.05.2021 № 286.
3. Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information // *Psychological Review*. — 1956. — Vol. 63, № 2. — P. 81–97.
4. Cowan, N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity // *Behavioral and Brain Sciences*. — 2001. — Vol. 24, № 1. — P. 87–114.
5. Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., Wearing, H. The structure of working memory from 4 to 15 years of age // *Developmental Psychology*. — 2004. — Vol. 40, № 2. — P. 177–190.
6. Хомская, Е. Д. Нейропсихология: 4-е изд. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.
7. Sweller, J. Cognitive load theory // *Psychology of Learning and Motivation*. — 2011. — Vol. 55. — P. 37–76.
8. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., Paas, F. Cognitive architecture and instructional design // *Educational Psychology Review*. — 1998. — Vol. 10, № 3. — P. 251–296.
9. Tokuhamu-Espinosa, T. *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*. — New York: W. W. Norton & Company, 2011. — 384 p.
10. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». — М.: Роспотребнадзор, 2021.
11. Mayer, R. E., Moreno, R. A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory // *Journal of Educational Psychology*. — 1998. — Vol. 90, № 2. — P. 312–320.
12. Mayer, R. E. *Multimedia Learning*. — 3rd ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2020. — 556 p.
13. Paas, F., van Merriënboer, J. J. G. Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks // *Educational Psychology Review*. — 1994. — Vol. 6, № 4. — P. 351–371.
14. Круглов, А. В. Цифровая дидактика: проблемы и перспективы // *Педагогика*. — 2022. — № 5. — С. 12–20.
15. Леонтьев, А. А. Психология восприятия и памяти в обучении // *Вопросы психологии*. — 2019. — № 3. — С. 45–58.