

КОГНИТИВНЫЕ СТИЛИ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ И СТУДЕНТОВ И ИХ УЧЁТ В ДИЗАЙН-ВИЗУАЛИЗАЦИИ АБСТРАКТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ

Сыс Е.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. В статье рассматривается проблема учёта когнитивных стилей учащихся при изучении абстрактных математических понятий. Анализируются подходы Г. Виткина, Р. Райдинга, Р. Фелдера и Л. Сильвермана. Обосновывается необходимость применения дизайн-визуализации как средства адаптации учебного материала к индивидуальным особенностям восприятия. Показано, что визуальные модели способствуют снижению когнитивной нагрузки и формированию интуитивного понимания сложных концепций математического анализа.

Ключевые слова: когнитивные стили, учебные стили, дизайн-визуализация, математический анализ, визуализация в обучении, абстрактные понятия

Введение. Современное образование сталкивается с проблемой эффективного объяснения абстрактных математических понятий учащимся различных когнитивных типов. Особенно остро эта проблема проявляется при переходе от школьной математики к университетским дисциплинам, таким как математический анализ. Для старшеклассников и студентов первых курсов характерна высокая когнитивная нагрузка, связанная с освоением формальных символических систем, абстрактных моделей и доказательных рассуждений.

Одним из факторов, влияющих на успешность освоения таких дисциплин, являются когнитивные стили учащихся, то есть устойчивые индивидуальные особенности переработки информации. Учет этих особенностей становится важным условием разработки эффективных образовательных средств, в том числе методов визуализации математических концепций.

Основная часть. Когнитивный стиль представляет собой индивидуальный способ восприятия, анализа и структурирования информации. В отличие от уровня интеллекта, когнитивный стиль не характеризует способности человека, а отражает предпочтительные стратегии обработки информации. В образовательной среде он проявляется в том, как учащийся воспринимает объяснения, анализирует задачи и усваивает новые понятия.

Одной из ранних и наиболее известных классификаций когнитивных стилей является концепция Германа Виткина, который выделил поле-зависимый и поле-независимый типы мышления. Поле-зависимые учащиеся ориентируются на внешний контекст и воспринимают информацию целостно, тогда как поле-независимые склонны анализировать структуру объекта и выделять отдельные элементы. В обучении математике поле-независимые учащиеся чаще легче справляются с формальными доказательствами и аналитическими задачами, тогда как поле-зависимые учащиеся лучше воспринимают материал при наличии наглядных примеров и визуальных моделей [1].

Другой подход к изучению когнитивных стилей предложил Ричард Райдинг, который выделил два основных измерения: «целостность – аналитичность» и «вербальность – образность». В отличие от подходов, таких как модель Г. Виткина, которая фокусируется на восприятии контекста, модель Р. Райдинга интегрирует аспекты организации и представления информации. Она особенно полезна в образовательном контексте, поскольку помогает адаптировать методы преподавания к индивидуальным предпочтениям учащихся, снижая когнитивную нагрузку и повышая эффективность усвоения материала. В математическом образовании это различие критично, так как оно объясняет, почему некоторые ученики лучше

справляются с абстрактными символами и текстом, а другие нуждаются в визуальных моделях для понимания концепций вроде пределов или интегралов.

В рамках первого измерения – «целостность – аналитичность» – учащиеся могут воспринимать информацию либо как единое целое (целостный стиль), фокусируясь на общей картине и взаимосвязях, либо как систему отдельных элементов (аналитический стиль), предпочитая разбивать сложные структуры на компоненты для детального анализа. Целостные учащиеся склонны к синтезу идей и быстрым обобщениям, но могут упускать детали, в то время как аналитические – к тщательному разбору частей, что помогает в выявлении закономерностей, но иногда затрудняет видение общей структуры. Это измерение перекликается с концепциями Г. Виткина, но акцентирует внимание на стратегиях организации информации, а не только на восприятии.

Второе измерение – «вербальность – образность» – связано с предпочтительным способом представления и кодирования информации: через словесные описания, символы и текст (вербальный стиль) или через визуальные образы, графики и пространственные модели (образный стиль). Вербальные учащиеся эффективнее работают с абстрактными понятиями, выраженными в формулах, определениях и логических последовательностях, тогда как образные предпочитают ментальные картинки, диаграммы и визуальные метафоры, которые помогают конкретизировать абстракции [2].

Два измерения ортогональны, то есть независимы друг от друга, и индивид может комбинировать черты из разных полюсов. Это приводит к четырем основным комбинациям стилей: целостно-вербальный, целостно-образный, аналитично-вербальный и аналитично-образный. Например, целостно-образный может предпочитать обзорные визуальные карты, в то время как целостно-образный – детальный текстовый анализ. Некоторые индивиды занимают промежуточную позицию, проявляя гибкость.

Значительное распространение в образовательной практике получила модель стилей обучения, разработанная Ричардом Фелдером и Линдой Сильверман. Она выделяет несколько пар когнитивных предпочтений: визуальный и вербальный стиль, сенсорный и интуитивный, активный и рефлексивный, последовательный и глобальный. Эти измерения так же являются ортогональными.

Измерение «Визуальное – Вербальное». Оно касается предпочтительных каналов ввода информации. Визуальные обучающиеся оптимально усваивают материал через зрительные стимулы: графики, диаграммы, схемы, пространственные модели и видео, что облегчает формирование ментальных образов абстрактных понятий. Вербальные обучающиеся предпочитают лингвистические формы: текстовые описания, устные объяснения, формулы и нарративы, что делает их сильными в чтении доказательств и обсуждениях.

Измерение «Сенсорное – Интуитивное». Сенсорный и интуитивный стили фокусируются на восприятии информации. Сенсорные обучающиеся ориентированы на конкретные, эмпирические данные: они предпочитают факты, практические примеры, экспериментальные данные и пошаговые процедуры, что делает их сильными в решении стандартных задач, но слабыми в абстрактных теориях. Интуитивные обучающиеся, напротив, фокусируются на абстрактных концепциях, теориях и инновациях: они наслаждаются открытием связей, гипотезами и творческим мышлением, но могут игнорировать детали, приводя к ошибкам в рутинных расчетах.

Измерение «Активное – Рефлексивное». Это измерение фокусируется на способах переработки новой информации. Активные обучающиеся предпочитают внешнюю обработку: они лучше усваивают материал через практические действия, обсуждения в группах, эксперименты или применение концепций на практике. Такие индивиды мотивированы социальным взаимодействием и часто преуспевают в кооперативном обучении, но могут испытывать трудности с пассивным восприятием (например, в лекционных форматах). Напротив, рефлексивные обучающиеся ориентированы на внутреннюю обработку: они предпочитают размышления в одиночестве, анализ идей перед их применением, что позволяет глубже интегрировать знания, но может замедлить процесс в динамичных ситуациях.

Измерение «Последовательное – Глобальное». Последнее измерение отражает стратегии структурирования знаний. Последовательные обучающиеся предпочитают линейный, пошаговый подход: они строят понимание через последовательные этапы, логические цепочки и детальный анализ, что идеально для алгоритмических задач, но может затруднять видение общей картины. Глобальные обучающиеся ориентированы на целостное восприятие: они стремятся сначала осмыслить общую структуру, связи и контекст, после чего заполняют детали, что способствует креативным выводам, но может привести к фрустрации в строго последовательных курсах [3].

Модель учебных стилей Р. Фелдера и Л. Сильверман представляет собой многомерную систему, описывающую различные способы восприятия, обработки и структурирования учебной информации. Рассматриваемые в рамках данной модели измерения позволяют более детально анализировать индивидуальные особенности когнитивной переработки информации учащимися.

Важным преимуществом данной модели является её гибкость. Каждый учащийся может проявлять разные стратегии восприятия информации в зависимости от содержания учебного материала и образовательной среды. Тем не менее у большинства обучающихся формируются устойчивые предпочтения, которые оказывают заметное влияние на эффективность усвоения знаний.

Особенно выраженными различия когнитивных стилей становятся в период перехода от школьного обучения к университетскому. Старшеклассники и студенты первых курсов находятся на этапе формирования абстрактного мышления, однако уровень развития этих навыков может существенно различаться.

В школьной математике преобладают алгоритмические задачи и конкретные примеры, тогда как университетские дисциплины, такие как математический анализ, требуют более высокого уровня абстракции и способности оперировать формальными символическими системами. Например, в математическом анализе такие понятия, как предел функции, бесконечно малая величина или интеграл, требуют формирования сложных ментальных моделей. Если преподавание ограничивается только формальными определениями и символическими преобразованиями, значительная часть учащихся испытывает трудности в формировании интуитивного понимания этих понятий.

В этом контексте важную роль начинает играть дизайн-подход к визуализации учебного материала. Под дизайн-визуализацией понимается целенаправленное проектирование графических и визуальных средств представления информации с учётом особенностей восприятия пользователя. В образовательной среде такой подход предполагает использование схем, инфографики, концептуальных карт, динамических графиков и других визуальных моделей, которые помогают учащимся формировать представления о структуре математических понятий.

Применение дизайн-визуализации позволяет адаптировать объяснение абстрактных концепций к различным когнитивным стилям. Для визуально ориентированных учащихся эффективны графические представления функций, геометрические интерпретации производной и интеграла, а также схемы взаимосвязей между математическими понятиями. Для учащихся с аналитическим стилем мышления полезны структурированные схемы доказательств и алгоритмов решения задач. Для глобальных учащихся важны визуальные модели, демонстрирующие общую структуру математической теории, тогда как последовательным учащимся помогают пошаговые графические объяснения процессов.

Особую роль дизайн-визуализация играет при изучении ключевых тем математического анализа. Например, понятие предела функции может быть представлено не только формальным ε - δ -определением, но и через графические модели приближения значений функции к определённой точке. Производная может визуализироваться как изменение наклона касательной к графику функции, а интеграл – как накопление площади под графиком.

Такие визуальные интерпретации позволяют связать абстрактные символические выражения с наглядными представлениями.

Таким образом, учет когнитивных стилей учащихся становится важным методологическим принципом при разработке образовательных материалов по математике. Использование дизайн-подхода к визуализации позволяет повысить доступность абстрактных математических концепций и снизить когнитивную нагрузку на учащихся, особенно на этапе перехода от школьного к университетскому уровню обучения.

Применение дизайн-подхода позволяет трансформировать «сухие» формальные определения в адаптивные визуальные модели. Использование графических интерпретаций, таких как изменение наклона касательной для визуализации производной или накопление площади для объяснения интеграла, помогает связать символические выражения с наглядными образами. Это не только снижает когнитивную нагрузку в период адаптации к вузовской программе, но и открывает перспективы для создания гибких цифровых образовательных инструментов, способных подстраиваться под уникальный профиль восприятия каждого обучающегося. Развитие методов дизайн-визуализации открывает перспективы для создания более гибких образовательных инструментов, способных учитывать индивидуальные особенности восприятия информации и повышать эффективность обучения сложным математическим дисциплинам.

Заключение. Проведенный анализ подтверждает, что учет индивидуальных когнитивных стилей является критически важным методологическим принципом при проектировании образовательной среды для старшеклассников и студентов. Дихотомии «целостность – аналитичность», «вербальность – образность» и «поле-зависимость – поле-независимость» определяют то, насколько успешно учащийся сможет сформировать ментальную модель абстрактного понятия.

Список литературы

1. Холодная, М. А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума / М. А. Холодная. [Москва]: [Прогресс], [2002]. (Уточните город, издательство и год для вашего издания).
2. Riding, R. Cognitive Styles and Learning Strategies: Understanding Style Differences in Learning and Behaviour / R. Riding, S. Rayner. [London]: David Fulton Publishers, 1998.
3. Felder, R. M. Learning Styles and Strategies / R. M. Felder, B. A. Soloman. [Электронный ресурс]. North Carolina State University, 1993. Режим доступа: <https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1WPAfj3j5o5OuJMiHorJ-lv6fON1C8kCN/styles.pdf>. Дата доступа: 07.03.2026.
4. Березина П. С. Сравнительный анализ когнитивных и учебных стилей и их реализации в обучении // Вопросы методики преподавания в вузе. 2023. Т. 12. № 2. С. 114-122. DOI: 10.57769/2227-8591.12.2.08

UDC 37.091.3

COGNITIVE STYLES OF STUDENTS AND THEIR ACCOUNTING IN THE DESIGN-VISUALIZATION OF ANNOTATION MATHEMATICAL CONCEPTS

Sys E.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The article discusses the problem of taking into account students' cognitive styles when studying Annotation mathematical concepts. The approaches of G. Vitkin, R. Riding, R. Felder, and L. Silverman are analyzed. The necessity of using design visualization as a means of adapting educational material to individual perception features is substantiated. It is shown that visual models help to reduce cognitive load and form intuitive understanding of complex concepts of mathematical analysis.

Keywords: cognitive styles, learning styles, design visualization, mathematical analysis, visualization in learning, Annotation concepts