http://ma123.ru **ЦИТИСЭ** № 3 (49) 2026 **ISSN** 2409-7616

© И.А. Зорков, Т.В. Голикова, Е.Ю. Екимова

Научная статья
**УДК 371.335**

# РОЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЭТАПЕ ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

И.А. Зорков, Т.В. Голикова, Е.Ю. Екимова

**Зорков Иван Александрович,**
кандидат педагогических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры и безопасности жизнедеятельности, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия.
ORCID: 0000-0003-4336-8430
ivanatutnet@mail.ru

**Голикова Татьяна Валериевна,**
кандидат педагогических наук, доцент кафедры биологии, химии и методики обучения, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия.
ORCID: 0000-0001-8309-9365
golikova-1969@mail.ru

**Екимова Екатерина Юрьевна,**
кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии, Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия.
ORCID: 0000-0001-9890-6107
ekimova1981@mail.ru

**Аннотация.** *В статье рассматриваются вопросы усвоения учебного материала, успеваемости и качества биологических знаний у школьников на этапе подготовки к поступлению в вуз. Авторы доказывают эффективность использования технологии визуализации в обучении за счёт внедрения разработанных ими средств когнитивной визуализации. К таким средствам относятся схемно-знаковые модели, которые применяются для представления биологической информации в школе при подготовке к ЕГЭ по биологии и к вступительным экзаменам. На основе анализа литературы по довузовской подготовке авторы делают вывод о необходимости интенсификации обучения через визуализацию, что делает приоритетной работу с логико-смысловыми моделями на всех этапах их создания и использования. В работе описаны семь этапов конструирования таких моделей и методика их внедрения. Приводятся примеры знаково-символической*

*деятельности учащихся при работе с визуальными средствами. Показано применение разработанной модели на курсах довузовской подготовки малой медицинской академии КрасГМУ им. В.Ф. Войно-Ясенецкого и в МАОУ Лицей №1 г. Красноярска. В качестве иллюстрации приведена модель «Фишбоун» из раздела «Эволюция органического мира». Представлены результаты апробации предложенной модели познавательной деятельности. Достоверность методики подтверждена сравнением итогов эксперимента: в одних группах обучение велось традиционно, в других — с применением логико-смысловых моделей. Установлено, что качество знаний в группе повысилось за время эксперимента на 7% (с 63 до 70%).*

**Ключевые слова:** *обучение биологии, интенсификация обучения, довузовская подготовка, визуализация биологической информации, средства когнитивной визуализации, логико-смысловые модели, когнитивно-графические элементы, фишбоун.*

**Библиографическая ссылка:** *Зорков И.А., Голикова Т.В., Екимова Е.Ю. Роль визуализации биологической информации на этапе довузовской подготовки обучающихся // ЦИТИСЭ. 2026. № 3. С. 879-890.*

Research Full Article
**UDC 371.335**

## ROLE OF BIOLOGICAL INFORMATION VISUALIZATION AT THE STAGE OF PRE-UNIVERSITY TRAINING OF STUDENTS

I.A. Zorkov, T.V. Golikova, E.Y. Ekimova

**Ivan A. Zorkov**,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Foundations of Physical Culture and Life Safety, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russian Federation.
ORCID: 0000-0003-4336-8430
ivanatutnet@mail.ru

**Tatyana V. Golikova**,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Chemistry and Teaching Methods, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russian Federation.
ORCID: 0000-0001-8309-9365
golikova-1969@mail.ru

**Ekaterina Yu. Ekimova**,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Ecology,

Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russian Federation.
ORCID: 0000-0001-9890-6107
ekimova1981@mail.ru

**Abstract.** *This paper examines the levels of knowledge acquisition, academic performance, and the quality of biological understanding among students during their pre-university training period. The authors demonstrate that using visualization techniques in teaching proves effective, particularly through the integration of specifically designed cognitive visualization tools. Among these tools, sign-schematic models are employed to present biological content in secondary schools, helping students prepare for the Unified State Exam in Biology and for university entrance tests. A review of existing literature on pre-university biology education leads the authors to conclude that teaching should be intensified by applying visualization methods. Consequently, priority is given to working with logic-semantic models throughout their design and practical implementation. The article outlines seven stages involved in developing such models and describes the methodology for their use. Examples are provided of students engaging in sign-symbolic activities while working with visual aids. The proposed logic-semantic model was tested with high school students enrolled in pre-university courses at the Minor Medical Academy of Krasnoyarsk State Medical University (Prof. V.F. Voino-Yasenetsky) and at Lyceum No. 1 in Krasnoyarsk. To illustrate the approach, a "Fishbone" diagram from the topic "Evolution of the Organic World" is presented as an example of a logic-semantic model for biological concepts. The article also reports the results of testing the proposed cognitive activity model. The validity of the suggested teaching method is supported by a comparison of experimental outcomes. In the experiment, certain groups followed a standard curriculum, while others (experimental groups) learned using logic-semantic models. The findings indicate that the quality of knowledge in the control group increased by 7% over the course of the experiment (rising from 63% to 70%).*

**Keywords:** *biology education, learning intensification, pre-university training, visualization of biological information, cognitive visualization tools, logic-semantic models, cognitive-graphic elements, Fishbone diagram.*

**For citation:** Zorkov, I. A., Golikova, T. V., & Ekimova, E. Yu. (2026). Role of biological information visualization at the stage of pre-university training of students. *CITISE, 3*, 879-890. (In Russian).

**Введение.**

Поступление в высшее учебное заведение является одним из важнейших событий в жизни человека, будь то выпускник средней общеобразовательной школы, лицея, техникума или же взрослый человек, желающий получить второе образование. Для реализации данной потребности в нашей стране существует достаточно эффективная система довузовской подготовки, включающая в себя множество инновационных методик, средств и форм обучения, часто выходящих за рамки школьной биологии.

Довузовская подготовка старшеклассников представляет собой специализированную образовательную практику, которая сформировалась как ответная реакция высших учебных заведений на недостаточный уровень подготовки выпускников средних школ. Итогом данной деятельности выступает дополнительное образование, которое получает абитуриент сверх объёма, предусмотренного базисным учебным планом. [1; 2].

Довузовская подготовка может быть организована в форме подготовительных курсов или подготовительных отделений на базе высших учебных заведений, или на базе

общеобразовательной школы – специализированные профильные классы по различным направлениям подготовки. Довузовская подготовка направленна на практическое обучение, ее целью является не просто передача знаний, а подготовка к итоговой аттестации [3].

В ходе подготовки к единому государственному экзамену или каким-либо другим вступительным испытаниям обучающиеся сталкиваются со множеством проблем. Это трудности связаны и с незнанием критериев оценивания, и с необходимостью выстраивания стратегии самостоятельной подготовки, поиска в сети интернет из множества ресурсов наиболее результативного, отбор необходимых объёмов информации так, чтобы ничего не упустить, но и не слишком углубляться в отдельную тему пропустив другие важные вопросы биологии [4].

Одной из важнейших проблем абитуриента, является недостаток времени на подготовку и отсутствие возможности за короткий срок структурированно запомнить большие объёмы информации, которыми характеризуется современная биологическая наука [5]. В связи с этим предлагается использование методов визуализации учебной информации при подготовке к итоговой аттестации выпускников, которая по многолетним исследованиям показывает высокую эффективность и, что важно, позволяет ускорить процесс подготовки при соблюдении должных методических условий и рекомендаций. Другими словами, визуализация обучения является одним из методов его интенсификации, которая в широком смысле понимается как средство повышения эффективности и результативности обучения [6; 7].

Возможности визуализации обеспечивают интенсификацию обучения за счёт представления крупных массивов информации в лаконичном, свёрнутом и логически выстроенном виде. Такая форма подачи материала является комфортной для восприятия и адекватной психофизиологии человека [8].

Под визуализацией учебной информации понимается совокупность приёмов представления данных в виде изображения с целью максимального удобства их понимания. Применение в обучении приёмов визуализации продиктовано способностью мышления каждого человека создавать символические образы характеризующие основные стороны изучаемого объекта, в рамках работы сигнальных систем [9].

При восприятии знаковой информации сложно представить структуру образа сложных биологических процессов в визуальной форме, поэтому познавательные процессы при обучении должны опираться на готовые визуальные схематические опоры. Это так же актуально для «клипового» мышления современных обучающихся, привыкших работать со сжатыми объёмами информации. Этими обстоятельствами объясняется интенсивный поиск и создание в процессе обучения биологии средств когнитивной визуализации: идеограмм и методик рисуночно-идеографического письма, различной математической, химической, физической символики, структурно-логических схем, алгоритмов действий, ментальных карт, метапланов, фреймов, фишбоунов, графов и многого другого, что способствует ускорению темпов восприятия, осмысления, запоминания, воспроизведения знаний, их качественному переходу в учебные действия процедур восприятия, смысловой обработки, удержания в памяти и актуализации знаний, а также их эффективному переводу на уровень учебных действий [10,11,12,13].

Из сказанного выше можно отметить высокую актуальность визуализации учебной информации как эффективного инструмента представления биологических понятий в системе, способствующего, лучшему запоминанию и воспроизведению знаний из памяти. При этом реализуются такие принципы обучения как системность (средства когнитивной визуализации обеспечивают целостный взгляд на представленное понятие) и научная обоснованность данного подхода заключается в том, что средства когнитивной визуализации дают возможность восстанавливать логические связи в их полном объёме [14; 15].

**Методология исследования.**

С целью подтверждения гипотезы о результативности использования приёмов визуализации учебного материала на этапе довузовской подготовки обучающихся 10-11 классов в ходе опытно-экспериментальной работы нами использовались теоретические и практические методы педагогического исследования. В частности, проводился анализ педагогической и методической литературы, посвящённой проблеме исследования, заключающейся в недостаточном уровне подготовки выпускников школ к ЕГЭ по биологии и вступительным испытаниям в ВУЗ. Эмпирические методы включали педагогический эксперимент (констатирующий, формирующий, контрольный этапы) на базе МАОУ «Лицей №1» г. Красноярска и малой медицинской академии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого». Эмпирическая часть работы включала наблюдение за учебной активностью обучающихся в ходе занятий и тестирование для определения степени усвоения биологических понятий. Также был проведён анализ итогов Единого государственного экзамена по биологии. Среди статистических методов применялись качественный и количественный анализ данных (основанный на сопоставлении динамики образовательных результатов) с использованием φ-критерия Фишера.

В ходе занятий довузовской подготовки из большого разнообразия средств когнитивной визуализации нами чаще использовались ментальные карты, фреймы и фишбоуны. Пример методики разработки и применения фишбоунов представлен в данной статье.

Фишбоуном («Fishbone» переводится с английского как «Рыбная кость» или «Скелет рыбы») или диаграммой Исикавы — японского профессора, автора метода структурного анализа причинно-следственных связей называют схематический рисунок, в процессе создания которого по определённым правилам визуализируется какое-либо понятие, система понятий или биологический процесс. Смысловые компоненты фишбоуна связываются друг с другом с помощью графических элементов и напоминают по форме скелет рыбы как это представлено на рисунке 1. Схема представляет собой модель в виде рыбьего скелета, состоящего из четырёх составных частей – головы, верхних и нижних костных элементов, а также хвоста [16].

Голова рыбы содержит тему, проблему урока или вопрос, которые подлежат анализу. Рёбра, расположенные ближе к голове, фиксируют основные понятия темы, причины, которые привели к проблеме, поэтому главные понятия и факты размещают ближе к голове фишбоуна, то есть начинают изучение темы с важного. На боковых элементах схемы (верхних и нижних рёбрах) располагаются факты, обосновывающие выявленные причины, или же раскрывается содержание понятий в рамках изучаемой темы. В хвостовом блоке фиксируется ответ на исходный вопрос. Дойдя до данного этапа к концу занятия, обучающиеся приходят к выводам и осуществляют обобщение изученного материала Связующим звеном между всеми элементами фишбоуна выступает позвоночник рыбы.

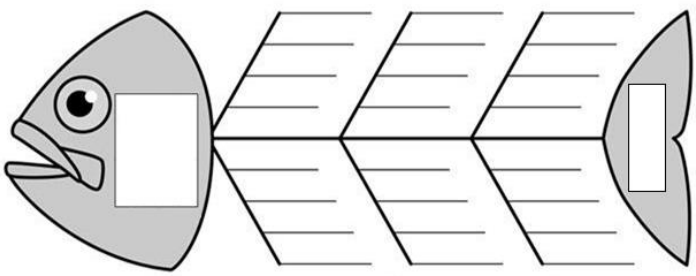

**Рисунок 1** - Структура фишбоуна

В качестве одного из примеров логико-смысловых моделей, используемых авторами статьи в ходе опытно-экспериментальной работы на рисунке 2 представлен фишбоун к теме «Факторы эволюции». Представленный фишбоун позволяет работать как с небольшими группами учащихся, так и фронтально, может использоваться на любом из этапов занятия, а также во внеурочных формах обучения биологии, при этом соблюдается дозированный уровень требований для решения учебных задач. Логичным является применение фишбоуна на этапе изучения новой темы и повторения, что обусловлено его высокой информационной насыщенностью и ассоциативностью, позволяющими развивать у учащихся логическое мышление и различные виды памяти.

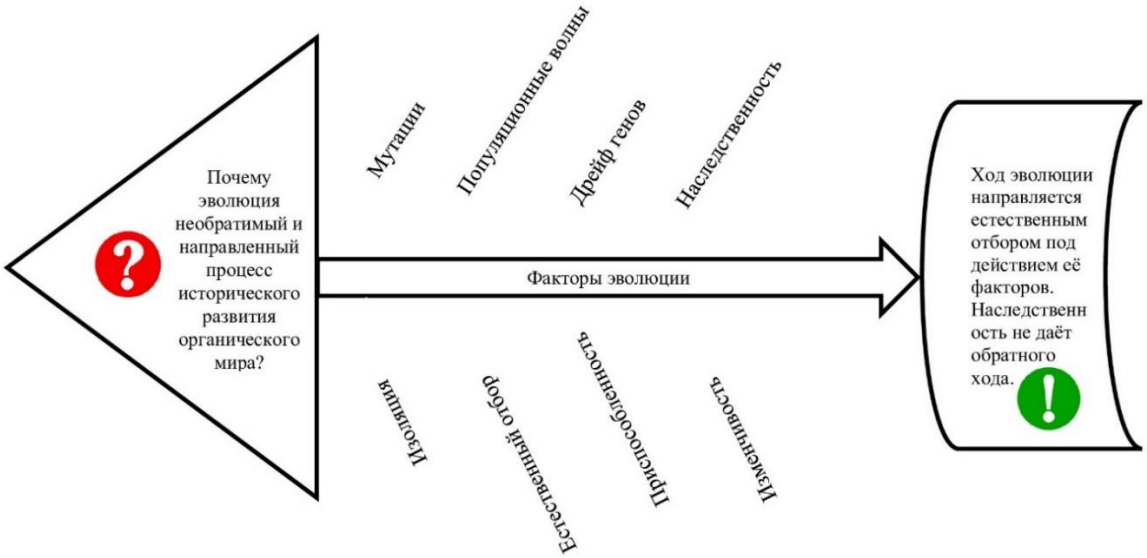


**Рисунок 2**- Фишбоун к теме «Факторы эволюции»

Занятие начинается с изложения учителем нового материала, с общей характеристики эволюционного учения, повторения предпосылок теории Чарльза Дарвина. Затем задаётся формулируется проблемный вопрос о том, что направляет течение эволюционных изменений и делает эволюцию необратимым процессом. В качестве примера логико-смысловой модели биологического понятия в статье приводится диаграмма Исикавы («фишбоун») — «рыбный скелет», включающий четыре структурных элемента: «голову», «верхние косточки», «нижние косточки» и «хвост». Нижние и верхние «косточки» (рёбра) диаграммы содержат фактические данные, подтверждающие сформулированные причины, либо раскрывают сущность рассматриваемых понятий темы. В «хвостовой» части фишбоуна помещается ответ на поставленный вопрос; по достижении этого этапа в завершение занятия обучающиеся формулируют выводы и обобщения.

После создания проблемной ситуации и коллективного обсуждения различных факторов эволюции обучающимся предлагается самостоятельно построить «скелет туловища рыбы» и обозначить на каждом ребре соответствующий эволюционный фактор, который наглядно отражает проблему, поставленную педагогом. Благодаря этому реализуется этап первичного закрепления знаний в ходе изучения нового материала. В рамках подобной деятельности целесообразно отображать на доске лишь 50% учебного материала; оставшаяся часть фишбоуна дорисовывается позднее, совместно с учащимися, в процессе первичной проверки понимания изложенного. Данная методическая особенность позволяет задействовать психологический эффект Б. Зейгарник (эффект незавершённого действия), который способствует значительному повышению качества усвоения материала. Параллельно с фишбоуном демонстрируется классическая изобразительная наглядность, например

фотографии адаптаций животных и растений как результатов естественного отбора. Это обеспечивает коррекцию ошибочных представлений и работу со зрительными образами.

Проектирование логико-смысловых моделей осуществляется согласно следующему алгоритму. На первом этапе, исходя из содержания темы, формулируются основные вопросы, по числу которых в дальнейшем строятся координатные оси модели. Далее вопросы упорядочиваются по степени их смысловой важности: начальная координата играет установочную роль (например, «Цель»), а конечная отводится для размещения результатов или средств контроля. После этого для каждого вопроса выделяются опорные узлы, которые затем фиксируются на координатах (отсчёт первого узла идёт от центральной точки). Затем проводится редукция названий координат и узлов до предельно сжатой формы — одного-двух ключевых слов, при этом желательно избегать глаголов и аббревиатур. Следующим шагом становится выявление значимых смысловых связей между узлами (важнейшая логическая операция), которые визуально маркируются пунктиром или тонкими линиями. Завершается процедура проверкой готовой структуры: необходимо убедиться в отсутствии избыточных, изолированных элементов и восполнить недостающие узлы.

При конструировании логико-смысловой модели на учебном занятии тему принято размещать в центре или в верхней части схемы, заключая её в квадратную или овальную рамку. Использование необычных, сложных либо ломаных геометрических контуров нежелательно, так как это способно разрушить гармонию композиции и тем самым ухудшить понимание схемы учениками. Для подписей выбирается лёгкий для восприятия шрифт без наклона и декоративных элементов; записи от руки запрещаются. Обсуждение связей между составными частями модели проводится совместно с учащимися. В готовом виде схема не даётся — она создаётся вместе с преподавателем в процессе диалога, а некоторые её части предназначаются для самостоятельного восполнения учениками. Число связей нередко превышает количество самих элементов; их построение и иерархизация переключают обучение с описательного уровня на объяснительный.

Логико-смысловые модели могут использоваться как при индивидуальной, так и при групповой формах обучения. При индивидуальной работе всем обучающимся раздаётся для анализа одинаковый текст, и каждый получает задание заполнить схему «Рыбий скелет» в течение 10 минут. Затем организуется обсуждение полученных результатов, обмен мнениями и совместное заполнение общей схемы на доске. При групповой работе каждая группа получает свой текст: чтение текста осуществляется индивидуально, а его обсуждение — внутри группы. Общая схема «Фишбоун» заполняется на основе коллективных мнений групп [17]. Эффективность данного подхода, особенно в контексте совместного обучения, подтверждается и зарубежными исследованиями, где диаграмма Исикавы используется для визуализации сложных научных концептов и организации коллаборативной работы [18].

Применение логико-смысловых моделей эффективно реализуется в рамках проблемного обучения. Например, при изучении темы «Антропогенное воздействие на экосистемы» учитель ставит перед учащимися проблемный вопрос: «Почему деятельность человека приводит к сокращению видового разнообразия?». Обучающиеся выдвигают возможные причины и подтверждающие их факты, затем обсуждают результаты, формулируют обобщающий вывод и после этого совместно строят диаграмму «Фишбоун». В «голове рыбы» фиксируется проблема: «Почему деятельность человека сокращает биоразнообразие?». На «косточках» скелета размещаются причины и факты:

*Причины:*

1. разрушение естественных местообитаний;
2. загрязнение окружающей среды;
3. нерациональное природопользование;
4. интродукция чужеродных видов.

*Факты:*

1. вырубка лесов и распашка степей;

2. накопление токсичных отходов в водоёмах;
3. браконьерство и перевылов рыбы;
4. вытеснение аборигенных видов (борщевик Сосновского, ротан).

В «хвостовой» части формулируется вывод: «Сохранение биоразнообразия возможно через создание охраняемых территорий, экологический мониторинг, рациональное использование ресурсов и борьбу с инвазивными видами».

**Полученные результаты.**

На протяжении нескольких лет авторы статьи организовывали дополнительные занятия довузовской подготовки учащихся по биологии на довузовского обучения Красноярского государственного медицинского университета имени В.Ф. Войно-Ясенецкого (малая медицинская академия) и в специализированном естественнонаучном классе МАОУ «Лицей № 1» г. Красноярска, на которых в ходе разбора заданий ЕГЭ по биологии и изучения сложных вопросов реализовывалась методика визуализации биологической информации посредством когнитивной визуализации. В ходе эксперимента были проанализированы 2 группы обучающихся, состоящих из 20 человек, посещающих курсы довузовской подготовки в малой медицинской академии и лицее №1. Вместе с тем в малой медицинской академии исследовалась контрольная (фоновая) группа, где занятия проводились без применения визуальных логико-смысловых моделей. Сопоставление контрольной и экспериментальной групп осуществлялось на основе результатов проведённого тестирования. Оценивались следующие показатели: коэффициент усвоения учебного материала, средний балл, успеваемость и качество знаний обучающихся. Аналогичным образом по завершении исследования был определён уровень усвоения материала и в контрольной группе. Результаты экспериментальной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение констатирующего и контролирующего этапов опытно-экспериментальной работы

| **Группа** | **Количество учащихся** | **Этапы ОЭР** | **Коэффициент усвоения материала, %** | **Качество знаний, %** |
|---|---|---|---|---|
| Контрольная Крас ГМУ | 20 | Начало ОЭР | 74, 25 | 70 |
| | | Конец ОЭР | 77, 25 | 72 |
| Экспериментальная Крас ГМУ | 20 | Начало ОЭР | 61,75 | 63 |
| | | Конец ОЭР | 63,25 | 70 |
| Экспериментальная Лицей №1 | 17 | Начало ОЭР | 68,30 | 65 |
| | | Конец ОЭР | 70,15 | 71 |

Анализ полученных данных показал, что в исследуемых группах успеваемость осталась без изменений, тогда как качество знаний в экспериментальных группах возросло в среднем на 3%. Средний балл увеличился на 0,2 процентных пункта. Аналогичная динамика наблюдалась и в контрольной группе: качество знаний повысилось на 5%, а средний балл — на 0,2%. На основании этого можно заключить, что применение методов визуализации способствует повышению эффективности и интенсификации довузовской подготовки по биологии.

Для доказательства статистической точности результатов, полученных в экспериментальной группе обучающихся КрасГМУ, был использован критерий Фишера. С

помощью $\varphi^*$ статистической достоверности, принята схема сравнений признаков эффективности разработанной методики. Они представлены в таблице 2.

Таблица 2

Схема сравнения признаков эффективности

| | | |
|---|---|---|
| экспериментальный | $H_0$ ($H_1$)<br>($X_{0К} = X_{0Э}$)<br>или ($X_{1К} > X_{1Э}$) | контрольный |
| $H_1$<br>($X_{1Э} > X_{0Э}$) | признаки эффективности визуализации | $H_1$($H_0$)<br>($X_{1К} > X_{0К}$) |
| экспериментальный | $H_1$ ($H_0$)<br>($X_{1К} > X_{1Э}$)<br>или ($X_{0К} = X_{0Э}$) | контрольный |

Принятые в таблице обозначения:

$X_{0Э}$ - коэффициент усвоения материала в экспериментальном классе на констатирующем этапе ОЭР;

$X_{1Э}$ - коэффициент усвоения материала в экспериментальном классе на контролирующем этапе ОЭР;

$X_{0К}$ - коэффициент усвоения материала в контрольном классе на констатирующем этапе ОЭР;

$X_{1К}$ - коэффициент усвоения материала в контрольном классе на контролирующем этапе ОЭР;

$\varphi_1 = 63, 25$;

$\varphi_2 = 61, 75$;

принятый уровень статистической достоверности (P) = 0,95;

критерий Фишера ($\varphi_{кр}^*$) =1,64;

количество заданий в тесте для определения коэффициента усвоения материала (N) = 20.

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2)\sqrt{\frac{N1N2}{N1+N2}} = (63, 25 - 61, 75)\sqrt{\frac{20x20}{20+20}} = 1,5 * 3,16227766 = 4,74$$

4,74 ($\varphi^*$) $\geq$ 1,64, следовательно, принимается данная альтернативная гипотеза, т.к. она статистически верна (при принятой статистической достоверности = 0,95). Таким образом, эффективность визуализации учебной информации в довузовской подготовке по биологии, выдвинутая до начала опытно экспериментальной работы качественно и количественно подтверждена.

Эффективность когнитивной визуализации также подтверждается статистическими данными второй экспериментальной базы нашего исследования – МАОУ Лицея №1 города Красноярска, отражающими количество выпускников (таблица 3), поступивших в российские ВУЗы за последние 8 лет.

Таблица 3

Количество поступивших выпускников в вузы

| **Высшее учебное заведение** | **Количество поступивших** |
|---|---|
| Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого | 81 |
| Сибирский федеральный университет | 28 |
| Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова | 20 |
| Новосибирский государственный медицинский университет | 14 |
| Красноярский государственный аграрный университет | 8 |

**Заключение.**

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод о эффективности приёмов когнитивной визуализации на этапе довузовской подготовки. Вместе с тем для повышения результативности применения логико-смысловых моделей учителю и обучающимся необходимо придерживаться методических рекомендаций их применения на занятии. Нужно использовать средства когнитивной визуализации на различных этапах занятия и рационально сочетать разновидности средств когнитивной визуализации друг с другом, а также со словесными и практическими с применением технических средств обучения и технологий мультимедиа. Важно соблюдение требований к оформлению средств когнитивной визуализации при их разработке и включении этот процесс обучающихся (в том числе в виде самостоятельной работы), а также отбор тех моделей, которые привлекают наибольшее внимание обучающихся. Для того чтобы обучающиеся не испытывали затруднений при создании когнитивно-графических моделей, для них должны быть организованы своеобразные мини-конкурсы или семинары. Такие мероприятия проводятся в начале занятия, в ходе урока либо за день до планового изучения темы по биологии. В рамках этих встреч преподаватель и учащиеся совместно занимаются знаково-символической деятельностью, обсуждают разработанные к текущему занятию визуальные средства и отбирают наиболее результативные из них. В связи с данной особенностью, помимо повторения материала прошлого урока, обучающимся необходимо самостоятельно знакомиться с содержанием будущего занятия. Благодаря самостоятельному созданию учащимися наглядных материалов по теме достигается наиболее эффективное закрепление информации в учебном процессе, что впоследствии обеспечивает высокие результаты на вступительных испытаниях в высшее учебное заведение.

**Список источников:**

1. Чёрная Л.В., Гонохова М.Н., Лазуткина Е.А. Реализация системы интегрированного непрерывного образования на уровне «довузовская подготовка – высшая школа» при освоении дисциплины «Биология» // Вестник Оренбургского государственного университета. 2025. № 4 (248). С. 162-168. DOI: https://doi.org/10.25198/1814-6457-248-162
2. Низовцев А.Ю. Довузовская математическая подготовка как фактор развития личности старшеклассников в условиях цифровой среды // Человеческий капитал. 2021. Т. 1, № 12. С. 260-268. DOI: https://doi.org/10.25629/HC.2021.12.34
3. Овчар Н.А., Ануфриева Е.В., Дулина Н.В. Особенности образовательной стратегии выпускников школ при поступлении в региональные вузы России // Перспективы науки и образования. 2024. № 1 (67). С. 763-778. DOI: https://doi.org/10.32744/pse.2024.1.43
4. Желдакова Т.А. Развитие творческой личности в условиях дополнительного образования // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». 2024. Т. 2, № 16-3. С. 152-155. URL: https://www.elibrary.ru/jagjud
5. Якупов Ф.А. Условия интенсификации процесса обучения // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2022. Т. 7, № 1. С. 52-61. DOI: https://doi.org/10.30853/ped20220011
6. Голикова Т.В. Формирование базовых логических приемов в процессе обучения биологии // Биология в школе. 2025. № 3. С. 54-61. DOI: https://doi.org/10.47639/0320-9660_2025_3_54
7. Chuang T.-F., Chou Y.-H., Pai J.-Y. [et al.] Using Virtual Reality Technology in Biology Education: Satisfaction & Learning Outcomes of High School Students // The American Biology Teacher. 2023. Vol. 85. P. 23-32. DOI: https://doi.org/10.1525/abt.2023.85.1.23
8. Люртяева А.А., Якунчев М.А. Возможности знаково-символической наглядности для формирования аналитических умений у обучающихся при изучении

биологии // Осовские педагогические чтения «Образование в современном мире: новое время – новые решения». 2023. № 1. С. 438-442. URL: https://www.elibrary.ru/eokcgh

9. Замковая А.В. Теоретические аспекты визуализации учебного материала для развития устно-речевых умений // Ярославский педагогический вестник. 2023. № 5. С. 40-47. URL: https://www.elibrary.ru/eokcgh

10. Павлов И.И., Макарова В.Ю. Фишбоун как способ совершенствования естественно-научной грамотности обучающихся // Биология в школе. 2025. № 1. С. 60-69. DOI: https://doi.org/10.47639/0320-9660_2025_1_60

11. Котова Н.И. Современные образовательные технологии на уроках химии, биологии и географии в школе // Вестник науки и образования. 2025. № 3-2 (158). С. 40-45. URL: https://www.elibrary.ru/iznvug

12. Яськова Т.В. Использование средств наглядности на уроках окружающего мира // Начальная школа. 2025. № 8. С. 30-36. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=83237773

13. Priyadi A.A., Suyanto S. The Effectiveness of Problem Based Learning in Biology with Fishbone Diagram on Critical Thinking Skill of Senior High School Students // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1397, No. 1. P. 012047. DOI: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012047

14. Арбузова Е.Н., Яскина О.А. Взаимосвязь ведущего канала восприятия старшеклассников и использования графической наглядности при изучении курса общей биологии // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 3. С. 420-425. DOI: https://doi.org/10.25683/VOLBI.2023.64.723

15. Sari I., Sinaga P., Hernani H., et al. Using virtual reality as learning tools on chemistry: Advantages and challenges // Tadris Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah. 2023. Vol. 8. P. 49-60. DOI: https://doi.org/10.24042/tadris.v8i1.14593

16. Петров Е.Е. Зарубежный опыт обучения биологии с применением технологий 3D-моделирования и виртуальной реальности // Образование. Наука. Научные кадры. 2023. № 2. С. 233-238. DOI: https://doi.org/10.56539/20733305_2023_2_233

17. Тажева И.В. Применение современных образовательных технологий в процессе обучения на уроках биологии и во внеурочной работе в рамках реализации ФГОС // Поиск научных решений. 2023. № 1. С. 107-115. URL: https://elibrary.ru/vahems

18. Gopinath B., Santhi R. Development and Evaluation of Fishbone-Based Advanced Computational Thinking (FACT) Pedagogy: A Teacher-Student Collaborative Learning Environment in Engineering and Science Education // Higher Education for the Future. 2021. Vol. 8, No. 1. P. 108-122. DOI: https://doi.org/10.1177/2347631120970177

**References:**

1. Chernaia, L. V., Gonokhova, M. N., & Lazutkina, E. A. (2025). Implementation of an integrated continuous education system at the “pre-university preparation–higher education” level during the study of the discipline “Biology.” *Bulletin of Orenburg State University*, *248,* 162–168. (In Russian). https://doi.org/10.25198/1814-6457-248-162

2. Nizovtsev, A. Yu. (2021). Pre-university mathematics preparation as a factor in the personal development of high school students in a digital environment. *Human Capital*, *1*(12), 260–268. (In Russian). https://doi.org/10.25629/HC.2021.12.34

3. Ovchar, N. A., Anufrieva, E. V., & Dulina, N. V. (2024). Characteristics of the educational strategies of school graduates entering regional universities in Russia. *Perspectives of Science and Education*, *67,* 763–778. (In Russian). https://doi.org/10.32744/pse.2024.1.43

4. Zheldakova, T. A. (2024). Development of the creative personality in the context of supplementary education. *Bulletin of the Student Scientific Society of Donetsk National University*, *2*(16-3), 152–155. (In Russian). https://www.elibrary.ru/jagjud

5. Yakupov, F. A. (2022). Conditions for intensifying the learning process. *Pedagogy. Issues of Theory and Practice*, *7*(1), 52–61. (In Russian). https://doi.org/10.30853/ped20220011

6. Golikova, T. V. (2025). Formation of basic logical techniques in the process of teaching biology. *Biology at School*, *3,* 54–61. (In Russian). https://doi.org/10.47639/0320-9660_2025_3_54

7. Chuang, T.-F., Chou, Y.-H., Pai, J.-Y., et al. (2023). Using virtual reality technology in biology education: Satisfaction and learning outcomes of high school students. *The American Biology Teacher*, *85,* 23–32. (In Russian). https://doi.org/10.1525/abt.2023.85.1.23

8. Lyurtyaeva, A. A., & Yakunchev, M. A. (2023). Potential of sign-symbolic visual aids for developing students' analytical skills in biology. In *Osovsky Pedagogical Readings: Education in the Modern World: New Times – New Solutions* (No. 1, pp. 438–442). (In Russian). https://www.elibrary.ru/eokcgh

9. Zamkovaya, A. V. (2023). Theoretical aspects of visualizing educational material for the development of oral communication skills. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, *5,* 40–47. (In Russian). https://www.elibrary.ru/eokcgh

10. Pavlov, I. I., & Makarova, V. Yu. (2025). The fishbone method as a way to improve students' natural science literacy. *Biology at School*, *1,* 60–69. (In Russian). https://doi.org/10.47639/0320-9660_2025_1_60

11. Kotova, N. I. (2025). Modern educational technologies in school chemistry, biology, and geography lessons. *Bulletin of Science and Education*, *3-2*(158), 40–45. (In Russian). https://www.elibrary.ru/iznvug

12. Yaskova, T. V. (2025). The use of visual aids in "The World Around Us" lessons. *Primary School*, *8,* 30–36. (In Russian). https://elibrary.ru/item.asp?id=83237773

13. Priyadi, A. A., & Suyanto, S. (2019). The effectiveness of problem-based learning in biology with fishbone diagram on critical thinking skill of senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, *1397*(1), Article 012047. (In Russian). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012047

14. Arbuzova, E. N., & Yaskina, O. A. (2023). The relationship between high school students' dominant perceptual channel and the use of graphic visual aids in the general biology course. *Business. Education. Law*, *3,* 420–425. (In Russian). https://doi.org/10.25683/VOLBI.2023.64.723

15. Sari, I., Sinaga, P., Hernani, H., et al. (2023). Using virtual reality as learning tools on chemistry: Advantages and challenges. *Tadris Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, *8,* 49–60. (In Russian). https://doi.org/10.24042/tadris.v8i1.14593

16. Petrov, E. E. (2023). Foreign experience in teaching biology using 3D modeling and virtual reality technologies. *Education. Science. Scientific Personnel*, *2,* 233–238. (In Russian). https://doi.org/10.56539/20733305_2023_2_233

17. Tazheva, I. V. (2023). Application of modern educational technologies in the teaching process during biology lessons and extracurricular activities within the framework of FGOS implementation. In *Search for Scientific Solutions* (No. 1, pp. 107–115). (In Russian). https://elibrary.ru/vahems

18. Gopinath, B., & Santhi, R. (2021). Development and evaluation of fishbone-based advanced computational thinking (FACT) pedagogy: A teacher-student collaborative learning environment in engineering and science education. *Higher Education for the Future*, *8*(1), 108–122. https://doi.org/10.1177/2347631120970177

Submitted: 19 August 2026 Accepted: 19 September 2026 Published: 20 September 2026