

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ

Мишина Елена Владимировна,
учитель биологии ГУО «Гимназия № 8 г. Витебска»

Визуализация как способ повышения качества обучения

В статье рассматриваются формы визуализации информации и возможность использования их на уроках биологии. Методически грамотный подход к задействованию данной техники обеспечивает и поддерживает переход обучающегося на более высокий уровень познавательной деятельности, что позволяет улучшить качество обучения.

На протяжении всего периода своего существования человечество в процессе передачи смысла событий, понятий и явлений использовало различные средства. Сначала это были засечки, затем рисунки на скалах и т.д. Спустя длительный промежуток времени люди стали активно использовать текст, который сопровождали картинками, рисунками, блок-схемами, с целью повышения наглядного восприятия представленной информации. Сегодня наблюдается дальнейшее преобразование способов подачи фактов. Визуализация информации идет активным ходом и привлекает внимание людей разных возрастных групп. Цифровизация сегодня преобразует все сферы жизни человечества, в том числе и образование, и помогает визуализировать содержание биологического курса в связи с необходимостью активизации мыслительной, познавательной деятельности, а также развитием учебно-познавательных компетенций у обучающихся общеобразовательных учреждений.

Проблема развития способностей освоения программы обучающимися всегда являлась актуальной. И чем полнее будут реализованы потенциальные возможности ребенка, тем больших успехов личность сможет добиться в жизни. Одной из эффективных технологий активизации преподавания является метод визуализации учебной информации, образовательное значение которого достаточно велико и отвечает современным требованиям. Что же такое визуализация? Образовательный процесс строится на передаче информации, поэтому и роль наглядного представления информации в обучении велика. Принцип наглядности является одним из ведущих в педагогике. Использование таблиц, схем, рисунков способствует быстрому запоминанию

и осмыслению изучаемого материала. С учетом современных технических возможностей идея визуализации информации в процессе обучения приобретает новые черты.

Визуализация (в широком понимании) – это процесс представления данных в виде изображения с целью максимального удобства их понимания. Технологии визуализации учебного материала основываются на значимости визуального восприятия для человека, ведущей роли образного восприятия в процессах познания и осознания все более необходимой подготовки человека и его сознания к условиям визуализирующегося мира и увеличения информационной нагрузки [1].

Термин «технология визуализации учебной информации» был предложен Г.В. Лаврентьевым и Н.Е. Лаврентьевой. Он основана на педагогической концепции визуальной грамотности, возникшей в США в 60-е годы XX века [2]. Технология визуализации учебной информации выступает как современная педагогический метод и используется многими педагогами в современных образовательных учреждениях. Визуализации учебной информации – это система, включающая в себя следующие аспекты: комплекс учебных знаний, визуальные способы их представления, визуально-технические средства передачи информации, набор психологических приемов использования и развития визуального мышления в процессе обучения.

Технология визуализации учебного материала основывается на положениях о значимости визуального восприятия для человека в процессе познания мира, ведущей роли образа в процессах восприятия и понимания, необходимости подготовки сознания человека к деятельности

в условиях все более «визуализирующего» мира и увеличения информационной нагрузки.

Мыслительная деятельность человека выражается различными знаковыми системами: языковыми, символическими, графическими. Различные типы моделей представления знаний в сжатом виде соответствуют свойству человека мыслить образами. Изучение, усвоение, обдумывание текста – это как раз и есть составление схем в уме, кодировка материала. При необходимости человек может восстановить, «развернуть» весь текст.

Принцип визуализации учебного материала предполагает учет следующих закономерностей:

- » учебный материал, расположенный компактно в определенной системе, лучше воспринимается;

- » выделение в учебном материале смысловых опорных пунктов способствует эффективно-му запоминанию;

- » компактно изложенный материал может помочь более предметно усвоить словесное сообщение или построить ответ на поставленный вопрос;

- » развивается воображение и фантазия;

- » выявляется характер индивидуального восприятия и переработки учебной информации;

- » активизируется познавательный интерес;

- » внимание концентрируется на чем-то важном, переключается на другой объект;

- » вызываются определенные ассоциации;

- » развиваются способности к анализу и сравнению;

- » организовывается тренировка внимательности и наблюдательности;

- » формируется способность делать выводы и логические умозаключения;

- » возникает способность видеть и проводить аналогии, осознавать и обосновывать точку зрения, аргументировать свою позицию, закреплять изученный материал;

- » развивается критическое мышление;

- » интегрируются новые знания;

- » проходит контроль полноты и характера усвоения переданной преподавателем информации;

- » полученная информация систематизируется в целостную картину о том или ином явлении или объекте [1].

Принцип визуализации вытекает из психологических закономерностей, в соответствии с которыми эффективность усвоения повышается, если наглядность в обучении выполняет не только иллюстративную, но и когнитивную функцию, то есть используются когнитивные графические учебные элементы. Вследствие чего к процессу усвоения подключается «образное» правое полушарие. В то же время «опоры» (рисунки, схемы, модели), компактно иллюстрирующие

содержание, способствуют системности знаний. Известно, что учебный материал большого объема запоминается с трудом. В учебном процессе всегда применяли самые разные виды наглядности. Роль их исключительна. Особенно в том случае, когда использование наглядных средств не сводится к простому иллюстрированию с целью сделать учебный курс более доступным и легким для усвоения, а становится органичной частью познавательной деятельности обучающихся, средством формирования и развития не только наглядно-образного, но и абстрактно-логического мышления [3].

Сложилось несколько техник визуализации учебной информации, которые успешно используются на уроках биологии. Среди них наиболее используемыми являются разные приемы представления информации в схемо-знаковом виде, с помощью которых можно сжать и визуализировать учебную информацию.

Одна из технологий переживает сейчас новое рождение – это **технология опорных конспектов (схем)**. Данные средства наглядности выполняют функцию конспектирования материала. В процессе подготовки домашних заданий они выступают в качестве опорных звеньев в повторении пройденного материала. К таким средствам можно отнести пояснительные рисунки, листы опорного сигнала (по системе В.Ф. Шаталова), опорные конспекты, идеограммы, графические конспекты. **Логические опорные конспекты (ЛОК)** – это компактное графическое отображение основного учебного материала лекции с указанием логической структуры в процессе изложения его учителем. Опорный конспект – система логически связанных основных сегментов учебного материала одного урока. Основные требования к ЛОК – лаконичность; структурность; компактность расположения учебного материала; простота изображения и доступность для понимания; выделение основного материала цветом, величиной знаков; словесная форма отображения учебного материала с использованием сокращений, графиков, диаграмм, стрелок, символов. При введении в практику технологии опорных конспектов учителю необходимо провести специальный урок, цель которого – познакомить учеников с понятием «опорный конспект», с различными формами его записи. Опорный конспект является вторичным текстом, так как в нем в краткой форме передаются основные сведения текста исходного. При этом могут использоваться сокращения, различные знаки, символы, графические выделения. Часто опорный конспект представляет собой рисунок или схему, иногда таблицу. Психологи отмечают, что преобразование учеником информации, перевод ее в другую, более наглядную форму (в рисунок,

схему, таблицу) способствует лучшему пониманию и усвоению знаний. Поэтому важно, чтобы у детей выработалось умение составлять опорные конспекты в различных формах и привычка к такой работе. Опорный конспект составляется преподавателем для учеников (чтобы воспитанники усвоили представленную в нем информацию), или детьми (тогда учитель оценит, насколько они поняли прочитанный или услышанный исходный текст), или совместными усилиями учителя и детей в диалоге (для создания атмосферы поиска, маленького открытия).

Одной из форм визуализации информации на уроках биологии являются **логико-смысловые модели (ЛСМ)** – это образно-понятийная дидактическая конструкция, в которой смысловой компонент представлен семантически связанной системой понятий (ключевых слов), а логический компонент выполнен из радиальных и круговых графических элементов, предназначенных для размещения понятий и смысловых связей между ними. Технология многомерных дидактических инструментов разработана доктором педагогических наук Штейнбергом В.Э. (Россия) в 90 годах XX века [1]. Базовым положен принцип многомерности окружающего мира. Основоположителем является англичанин Тони Бьюзен, который еще в 70-х годах делает акцент на методике «карт ума». Логико-смысловые модели (ЛСМ) «предназначены для того, чтобы представлять и анализировать знания, поддерживать проектирование учебного материала, учебного процесса и учебной деятельности» [4].

Ключевые этапы проектирования ЛСМ: выделяются основные вопросы, раскрывающие тему занятия; в соответствии с количеством вопросов вычерчиваются координаты модели; вопросы расставляются путем ранжирования их смысла (первая координата, как правило, установочная и называется «Цель», «Смысл» и т.п.; последняя координата должна быть завершающей, и на ней располагаются результаты или их контроль); в каждом вопросе выявляются узловые элементы содержания – опорные узлы ЛСМ, а затем выполняется их расстановка на координатах (первый узел всегда отсчитывается от центра); выполняется свертывание названий координат и опорных узлов до одного-двух ключевых слов (по возможности без использования глаголов и аббревиатур); выявляются наиболее важные смысловые связи между опорными узлами модели, что является важнейшей логической процедурой анализа в учебном процессе, эти связи обозначаются пунктирами или тонкими линиями; структура модели проверяется на наличие избыточных узлов, изолированных и не связанных с другими узлами, а также на отсутствие недостающих узлов.

Более современным приемом визуализации информации и составления ЛСМ является **интеллект-карта**, известная также как **ментальная карта** или **ассоциативная карта** (с английского «Mind map» – «карта ума», «карта разума», «интеллект-карта», «карта памяти», «ментальная карта», «ассоциативная карта») – способ изображения процесса мышления и структурирования информации в визуальной форме [4].

Метод использования интеллект-карт разработан психологом Тони Бьюзенем, который во время своего обучения искал способ эффективного запоминания и систематизирования большого количества информации с использованием возможностей головного мозга. Впервые обоснованное применение интеллект-карт он описал в своей книге «Супермышление». Процесс построения интеллект-карт по-английски обозначается словом «mindmaping» – майндмэпинг.

Ментальная карта реализуется в виде древовидной схемы, на которой изображены слова, идеи, задачи или другие понятия, связанные ветвями, отходящими от центрального понятия или идеи. В основе этой техники лежит принцип **«радиантного мышления»** (от лат. *radians* – «испускающий лучи»), относящийся к ассоциативным мыслительным процессам, отправной точкой или точкой приложения которых является центральный объект [2].

Основные правила составления интеллект-карт сводятся к следующему:

1. На чистом листе бумаги выделяется центральный образ (символизирующий основную идею), рисуется в центре листа. Это может быть слово или рисунок.
2. От центрального образа отходят ветки первого уровня, на которых пишутся слова, ассоциирующиеся с ключевыми понятиями, раскрывающими центральную идею. От веток 1-го уровня при необходимости отходят ветки 2-го уровня разукрупнения, раскрывающие идеи, написанные на ветках 1-го уровня.
3. Ветви должны быть изогнутыми, а не прямыми (как ветви дерева). Главные линии должны быть толще и ярче, чем второстепенные.
4. Подписывая ответвления, необходимо использовать один-два ключевых слова, которые легче запомнить.
5. По возможности используется максимальное количество цветов, для рисования карты. Везде, где возможно, добавляются рисунки, символы и другая графика, ассоциирующаяся с ключевыми словами. Красным цветом выделяется что-то важное.
6. Используются стрелки, когда необходимо показать связи между элементами интеллект-карты.

С позиций нейрофизиологии, изучение информации через интеллект-карты объединяет работу левого и правого полушарий в целое. Следовательно, происходит более быстрая и качественная фиксация изучаемого материала. Левое полушарие обеспечивает операции с последовательностями, анализ, логику и речь. Правое полушарие ответственно за пространственную ориентацию, воображение, целостное восприятие (гештальт), ритм и цвет.

Рисовать интеллект-карты можно руками на бумаге (ватмане). Для формирования ИКТ-компетенций учащихся на уроках можно использовать следующие программы: MindMeister, MindMup, XMind, ConceptDraw MINDMAP и т.д.

Среди приемов по формированию критического мышления можно тоже выделить и прием визуализации для использования в преподавании биологии – это **кластер**, который, как ЛСМ, позволяет систематизировать и подавать информацию в обобщенном, структурированном виде.

Выделяют:

1. Планетарный кластер – в центре ключевое слово, вокруг спутники детализируют основное понятие.
2. Гроздевидный – от темы отходят «ветви», а от них ниспадают другие «веточки», образуя грозди.
3. Блок-схема – нет темы, каждый блок – это этап или действие.
4. Арт-кластер – вместо текста используют картинки [2].

На этапе изучения нового материала можно предложить следующую методику применения технологии кластера: разбить класс на несколько групп, равному количеству центральных понятий темы (параграфа); каждая группа на основе материала параграфа и дополнительных материалов составляют свою часть кластеров, которые потом составляются в один общий.

При повторении и обобщении материала кластер демонстрируется целиком и может быть использован для ответов обучающимися.

При составлении кластера могут возникнуть сложности: неумение выделять главное, формулировать вопросы, анализировать, сравнивать; затруднение перевода сложного понятия в знаково-символическую форму из-за неумения рисовать и плохого владения данной формой деятельности; перенасыщенность модели информацией или наоборот, ее недостаточность.

Схема «фиш-боун» («рыбья кость») – являясь приемом по формированию критического мышления, способствует развитию мышления в наглядной и содержательной форме. Метод позволяет развивать навыки работы с информацией, ставить и решать проблемы, устанавливать причинно-следственные связи. Через лист чертится

горизонтальная линия (хребтовая часть), от нее вверх под углом в 45 градусов рисуются косточки, каждая из которых посвящена какой-то проблеме или группе проблем (можно добавлять более мелкие косточки). Вниз также чертят линии, отражающие факты наличия проблем или суть понятий, закрепленных в схеме. Хвост содержит выводы, обобщения. Голова – проблема, вопрос или тема, подлежащая анализу. Использовать схему можно при изучении темы «Глобальные экологические проблемы» [2].

Интересным приемом является **скрайбинг**. Это способ визуализации информации при помощи графических символов, просто и понятно отображающих ее содержание. Как правило, иллюстрируются ключевые моменты рассказа и взаимосвязь между ними, то есть это создание небольших понятных рисунков, которые делают смысл учебной информации или презентации более понятным. Скайбинг можно использовать на любом уроке и по любой теме, но если учащиеся умеют неплохо и быстро рисовать. Подойдет он для объяснения нового материала и проверки усвоенного, может быть использован как средство обобщения изученного, как домашнее задание и рефлексия на уроке [2].

Кроссёнс (от англ. *cross sense* – «пересечение смыслов», «крестосмыслица») – ассоциативная головоломка, придуманная и опубликованная в 2002 году Владимиром Бусленко и Сергеем Фединым [5].

Внешне головоломка представляет собой таблицу 3×3 из девяти картинок. Это могут быть фотографии, рисунки или даже формулы и надписи. Решающему предлагается найти ассоциативные связи между соседними (то есть имеющими общую сторону) картинками. Таким образом, для того, чтобы полностью разгадать кроссёнс, необходимо решить 12 (по числу пар соседних клеток) головоломок, т.е. составив рассказ по взаимосвязанным изображениям.

Виды кроссёнса: центральный, спиральный, последовательный [6] (Рис.).

Этот прием применяется как актуализация знаний, на этапе узнавания темы, закрепления изученного материала, а также на обобщающем уроке, где надо совместить несколько тем в одной. Составление кроссёнса можно использовать как групповую работу, так и работу индивидуально или в паре.

Главное преимущество кроссёнса – взаимосвязь между всеми его частями и отсутствие единственно верной трактовки. Разгадывая или составляя кроссёнс, школьники глубже погружаются в тему и могут найти неочевидные и оттого более ценные связи между явлениями и понятиями. Кроме того, кроссёнсы на одну и ту же тему могут быть совершенно разными, что дает

	Первый способ: читаем сверху вниз и слева направо (как правило чтения в русском языке): устанавливаем связи по цепочке изображений первое — второе, второе — третье, третье — шестое, шестое — девятое, девятое — восьмое, восьмое — седьмое, седьмое — четвертое — основа
	Второй способ: центральная картинка может быть связана по смыслу со всеми изображениями в кроссенсе: читаем в любом порядке, с той картинке, которую узнали
	Третий способ: устанавливаем связи по принципу центрального креста между квадратами: второе — пятое, шестое — пятое, восьмое — пятое, четвертое — пятое («крест»)

Рисунок – Способы чтения кроссенса

простор для исследований и творчества. Освоив базовые навыки составления и разгадывания кроссенса, можно выходить на новый уровень и предложить ребятам заменить прямые образы и ассоциации на косвенные и символические. В этом случае кроссенс превратится в настоящую загадку, которую необходимо будет сначала разгадать, а затем объяснить.

Особый акцент можно сделать на приеме **инфографики** как сочетании текста и графики, позволяющем донести ту или иную информацию. Такой способ визуализации информации позволяет получить целостное представление об материале.

Цель инфографики – представление информации с максимальной наглядностью, доступностью и простотой. При этом внимание акцентируется, улучшается качество восприятия, повышается продуктивность обучения, экономится время для осмысления информации. Использование инфографики при изучении биологии и других естественно-научных предметов дает возможность студентам более основательно их осваивать, способствует сознательному и эффективному запоминанию материала, расширению эвристических возможностей познания. Внедрение инфографики позволяет проследить межпредметные связи, простимулировать познавательный интерес [7].

Выделяют три типа инфографики, которые используют при обучении:

1. Статичная – одиночные изображения без анимации. Чаще всего это одиночный слайд.
2. Интерактивная – с анимированными элементами: видеоинфографика, презентация. Они позволяют визуализировать большее количество информации.

3. Видеоинфографика – представляет собой короткий видеоряд, сочетающий визуальные образы данных, иллюстрации и динамический текст.

По характеру представляемых данных, различают такие категории инфографики:

- » числа в картинках – наиболее распространенная категория, которая позволяет сделать числовые данные более удобоваримыми;
- » расширенный список – статистические данные, линия времени, просто набор фактов, который может быть визуализирован;
- » процесс и перспектива – служит для визуализации сложного процесса или предоставления некоторой перспективы. Может вообще не содержать числовых данных;
- » статичная инфографика – одиночные изображения без элементов анимации;
- » динамическая инфографика – инфографика с анимированными элементами. Основными подвидами являются видеоинфографика, анимированные изображения, презентации;
- » интерактивная инфографика – вид инфографики, в котором пользователю предлагается управлять отображением данных;
- » аналитическая инфографика – графика, подготавливаемая по аналитическим материалам, аналитика проводится по данным экономических показателей и исследований;
- » новостная инфографика – инфографика, подготавливаемая под конкретную новость в оперативном режиме;
- » инфографика реконструкции – инфографика, использующая за основу данные о каком-либо событии, воссоздающая динамику событий в хронологическом порядке.

Целенаправленное восприятие с использованием инфографики предполагает запоминание информации с опорой на графические образы, отображение существенных для понимания сторон изучаемого материала, способ делиться знаниями и результатами обучения, способ обработки данных исследований, развитие критического мышления, формирование навыков функционального чтения.

Работа с инфографикой может идти в двух направлениях:

- » анализ инфографики, созданной учителем или преподавателем;

- » создание инфографики обучающимися под руководством преподавателя на основе имеющихся данных (в ходе проектной деятельности по изученному материалу).

В первом случае методика работы с инфографикой строится так же, как и работа с наглядным пособием. Учащимся предлагаются задания, направленные на анализ информации, сопоставление приведенных фактов, формулировка выводов, обобщение и постановка вопросов к представленной информации.

В настоящее время используются следующие жанры инфографики: инструкция, информационный плакат, памятка, статистические исследования.

Алгоритм создания инфографики включает следующие шаги:

1. Формирование цели создания инфографики и определение аудитории.
2. Сбор данных и материала по теме, которые могут быть представлены в различных формах – текст, графика, видео, таблицы и др.
3. Аналитика и обработка информации, собранного материала.
4. Построение визуализации. Материал компоновается, приводится в красивый вид. Выбирается формат – презентация, слайд, видеоролик, – в зависимости от количества материала.

Обучающемуся тоже можно предложить памятку по созданию инфографики:

1. Ищи идею.
2. Создай план или черновик проекта.
3. Выбери цветовую палитру (ориентируйся на целевую аудиторию).
4. Найди удачные метафоры и формы (люди воспринимают графику лучше, чем текст).
5. Исследуй тему (собери информацию из достоверных источников).
6. Предъяви факты, сделай выводы (иллюстрируй статистику, упрости материал).
7. Редактируй, упрощай, улучшай. Убери лишнюю информацию, используй более емкие образы.

Как любая технология, инфографика имеет и достоинства, и недостатки. Среди достоинств можно отметить возможность осваивать и запо-

минать большой объем информации, изложение материала в увлекательной форме, активизацию визуального мышления и творческих способностей студентов. Стоит отметить и недостатки. Во-первых, не каждый учебный материал может быть представлен в виде инфографики. Во-вторых, отсутствует возможность показывать операции или действия. В-третьих, актуально обязательное владение программами для создания инфографики (Creately.Com, Easel.Ly, Visual.Ly, Draw.Lo, Caco.Com и другие).

Еще один используемый прием визуализации, который требует владения и использования программного обеспечения, – это **облако слов** (облако тегов или взвешенный список ключевых слов, представленное(-ый) визуально). Ключевые слова – это чаще всего отдельные слова, и важность каждого обозначается размером шрифта или цветом. Такое представление удобно для быстрого восприятия наиболее известных терминов, распределения их по популярности относительно друг друга [8]. Первые облака тегов на известных веб-сайтах появились на сайте сервиса хранения и распространения цифровых фотографий Flickr. Создателем облаков тегов был соучредитель и проектировщик Flickr Стюарт Баттерфилд в 2004 [9].

Для создания «облака слов» можно воспользоваться разными сервисами. Одним из них может быть Word's Cloud, благодаря которому вы получите картинку в формате png, составленную из слов, содержащихся в предоставленном вами тексте. «Облако слов» может использоваться для различных целей.

Во-первых, оно может служить инструментом для активации и предварительного изучения темы урока. Представление ключевых слов или понятий в графическом виде помогает ученикам сформировать общее представление о предмете обсуждения и определить его основные аспекты. Во-вторых, оно способствует развитию ассоциативного мышления. Ученики могут ассоциировать выражения, находящиеся в облаке, с предыдущими знаниями или опытом, что помогает им лучше понять материал и запомнить его. В-третьих, метод используется как инструмент для обсуждения и взаимодействия на уроке. Преподаватель может позволить ученикам выбирать лексемы из облака для обсуждения или задавать им вопросы на основе представленных в нем понятий [10].

В содержании курса биологии существуют понятия, связанные с датами в истории биологической науки, биографией ученых, хронологией процессов или явлений. Понимание периодизации событий является отдельным видом умений, способствующим формированию естественно-научной картины. Как показывает опыт,

текст, содержащий хронологическую последовательность, часто вызывает трудности в усвоении учебного материала. В связи с вышеуказанной проблемой возникает необходимость исторического подхода при изучении биологии. Для формирования общей картины органического мира удобным приемом визуализации мышления является **таймлайн** или временная шкала.

«**Лента времени**» (англ. *timeline*) – это временная шкала, на которую в хронологической последовательности наносятся события. Чаще всего лента времени представляет собой горизонтальную линию с разметкой по годам с указанием, что происходило в то или иное время. В перечень событий можно добавлять текст, видео, графику, звук (mp3). Таким образом можно получить визуальную картинку о том, как в хронологии развивалось какое-то явление. Фрагмент текста или картинку можно оформить как гиперссылку на сторонний ресурс в Интернете для более подробного изучения. Для создания лент времени используются такие онлайн-сервисы, как TimeRime.com, Timetoast.com. [2].

На уроках биологии ленту времени можно применять при изучении истории создания клеточной теории, изучения фотосинтеза, развития генетики, составлении родословной, эволюции органического мира, биографии ученых или просто создать ленту последовательности событий (процессы онтогенеза, проникновение вируса в клетку).

Учащимся с использованием ленты времени можно давать следующие задания:

- » прочитать текст и составить ленту времени по событиям, о которых в нем рассказывается;
- » вести таймлайн на протяжении изучения параграфа (темы, курса).

Визуализация в обучении биологии позволяет решить целый ряд педагогических задач: обеспечение интенсификации обучения, активизации учебной и познавательной деятельности, формирование и развитие критического и визуального мышления, зрительного восприятия, образного представления знаний и учебных действий, передачи знаний и распознавания образов, повышения визуальной грамотности и визуальной культуры. Методически грамотный подход к визуализации обеспечивает и поддерживает переход обучающегося на более высокий уровень познавательной деятельности, стимулирует креативный подход.

Литература

1. Емельянчик, О.М. Техники визуализации учебной информации / О.М. Емельянчик. – URL: <https://drachkovo.schools.by/pages/tehniki-vizualizatsii-uchebnoj-informatsii-uchitel-emeljanchik-om> (дата обращения: 15.02.2025).
2. Смирнова, Д.В. Визуализация учебной информации в преподавании биологии / Д.В. Смирнова // Учительский журнал. Всероссийское педагогическое издание. – URL: <https://www.teacherjournal.ru/categories/4/articles/3128> (дата обращения: 15.02.2025).
3. Трифонова, Т.М. Визуализация учебного контента в биологической подготовке обучающихся общеобразовательных организаций / Т.М. Трифонова, И.А. Венжега // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 3. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33444> (дата обращения: 23.01.2025).
4. Ивашкевич, Е.В. Мастер-класс «Многомерная дидактическая технология на уроках физики» / Е.В. Ивашкевич. – URL: https://www.n-asveta.by/dadatki/madelny_urok/2016/ivashkevich.pdf (дата обращения: 15.02.2025).
5. Чубаро, С.В. Кроссенс как способ визуализации учебного материала по биологии / С.В. Чубаро, Г.А. Лешко // Биология и химия. – 2020. – № 6. – С 23–28.
6. Бусленко, В.Н. Кроссенс – игра для эрудитов (рус.) / В.Н. Бусленко, С.Н. Федин // Наука и жизнь. – 2002. – № 12. – С 54–68.
7. Цалко, О.С. Использование приемов визуализации на уроках биологии как способ активизации познавательной деятельности учащихся / О.С. Цалко // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23 нояб. 2023 г. / Белорус. гос. пед. ун-т; редкол.: Н.С. Сологуб [и др.]; отв. ред. Н.С. Сологуб. – Минск, 2024. – С. 520–522.
8. Курвитс, М.Д. Мастерская Марины Курвитс. 4 сервера для создания облака слов и 18 способов использования их в учебной работе / М.Д. Курвитс. – URL: <https://marinakurvits.com/облака-слов-в-учебной-работе> (дата обращения: 23.01.2025).
9. Беломедведев, Г.В. Облако слов на уроке. «Новые УРОКИ» / Г.В. Беломедведев. – URL: <https://newuroki.net/kopilka-uchitelja/oblako-slov-na-uroke/> (дата обращения: 23.01.2025).
10. Облако слов. Дистанционный всеобуч. – URL: <https://e-sveta.adu.by/index.php/distancionni-vseobuch/obuchenie-online/sredstva-vizualizatsii-informatsii/78-oblako-slov> (дата обращения: 25.01.2025).