

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И МОДЕЛЕЙ В ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ

Статья посвящена созданию и использованию визуальных структурно-логических схем и моделей при решении биологических задач в ходе подготовки к итоговой аттестации обучающихся.

The article is devoted to the creation and use of visual structural and logical schemes and models for solving biological problems in preparation for the final assessment of students.

Ключевые слова:

компетентность,
визуальные структурно-
логические схемы,
естественнонаучная
грамотность.

Keywords:

competence, visual structural
and logical scheme, scientific
literacy.



Е.В. Алексеева,
кандидат педагогических
наук, зав. кафедрой
естественно-
научного образования
Нижегородского
института развития
образования
e-mail: elenaeva10@mail.ru

На современном этапе развития общества от человека требуется быстро, грамотно и функционально использовать приобретенные знания в повседневной жизни. В период становления новой системы образования вектор перестройки школьного содержания и обучения нацелен на компетентностный подход и образовательные компетенции.

В категории учебно-познавательных компетенций выделяют элементы логической, методологической, общеучебной деятельности и соотносят их с реальными познаваемыми объектами, включающие знания и умения организации целеполагания, планирования, анализа, синтеза. Эти умения не возникают сами по себе, они формируются в ходе учебно-познавательной деятельности. Информационная грамотность и читательская деятельность — один из компонентов функциональной и естественно-научной грамотности, предусматривающий перевод информации из знаковой в словестную и обратно на основе использования приёмов визуализации. Если текст структурирован в соответствии с логическим построением материала, он воспринимается и усваивается обучающимися значительно легче, с меньшими временными и интеллектуальными затратами. Таким образом, представленные знания быстрее переходят в долговременную память, потому что в образовательный процесс вовлекаются разные каналы восприятия информации (зрительные образы, логические построения информации), учитывается особенность лево-право-полушарного стиля мышления.

Визуальное представление сложной учебной информации ясно, содержательно, эстетически привлекательно, становится требованием современности. Появилось особое направление представления информации — *инфографика*. Инфографикой

называют различные сочетания текста и графики, которые позволяют донести ту или иную информацию, историю, события, факты [3]. Это один из способов визуализации информации, формирование зрительного наглядного или мысленного образа. Её использование помогает легко усвоить материал, так как картинка быстрее привлечёт внимание зрителя, чем сплошной длинный текст или огромная таблица с данными. Изменился сам процесс обучения школьников, это касается и визуализации знаний [4, с. 3]. Визуальные структурно-логические схемы относятся к одному из способов инфографического представления информации.

Подходы, используемые в инфографике:

- графические объекты, ассоциативно связанные с представляемой информацией или графическое выражение направлений изменения этих данных;

- полезная информационная нагрузка;
- красочное оформление;
- внятное и осмысленное изложение темы [3].

Визуальные структурно-логические схемы и модели — это скомпонованные содержательные блоки учебной информации, представляющие не только особым образом структурированный текст, но и сформированную образную модель, несущую важную функциональную нагрузку по облегчению восприятия и запоминания школьниками материала. Работа над ними способствует более тщательному изучению информации, развивает критическое мышление, формирует умения составлять планы, тезисы, формулировать выводы, подбирать аргументы, представлять содержание текста в сжатом виде [4, с. 5].

Среди разработанных и используемых на разных этапах обучения визуальных схем и моделей (при изучении нового материала, отработке содержания, обобщении и систематизации материала, отработке предмет-

ных умений, выполнении практической части программы) следует назвать такие, как: «Наследование в родословных» [1, с. 31], «Взаимодействие неаллельных генов» [1, с. 30], «Циклы развития растений» [2, с. 65], «Деление клетки: митоз и мейоз» [2, с. 66], «Алгоритм оформления задач по молекулярной биологии». Последовательный разбор тематических блоков визуальной схемы даёт возможность организовать осмысление материала и повысить любознательность учащихся, способствовать дальнейшему изучению темы, поиску дополнительной информации в разных источниках, в том числе и в сети Интернет. Работа с разными источниками способствует развитию читательской грамотности, позволяет вырабатывать метапредметные универсальные действия, что напрямую связано с реализацией ФГОС и формированием естественно-научной грамотности в целом.

Особенность обучения предметам естественно-научного цикла — выполнение практической части программы. Это напрямую связано с развитием функциональной грамотности, поскольку сформированные умения и навыки, приобретённые знания в дальнейшем используются в повседневной жизни, будущей профессиональной деятельности у детей, которые решили связать свою жизнь с биологией. Особое место в практической части школьной программы занимает решение задач. Решение задач, в том числе и биологических, требует от школьников определённого алгоритма-схемы по их оформлению, использование соответствующей знаково-символической записи, правильного порядка выполнения действий (алгоритма), соблюдения правил пунктуации, которая может быть специфической в разных предметных областях и разных типах заданий.

Визуальные структурно-логические схемы способствуют формированию универ-

сальных учебных действий и в целом нацелены на достижение метапредметных результатов. С точки зрения личностных УУД использование логических схем способствует смыслообразованию, так как при соотнесении итогов решения задачи с эталоном, осуществляется самооценка успешности учебной деятельности. Данный вид инфографики помогает формированию регулятивных УУД, не только с позиции целеполагания (преобразование практической задачи в познавательную, формулировании учебных задач), но и в планировании действий (применение установленных правил в планировании способа решения, выбор условий реализации своих действий на основе алгоритма), в прогнозировании результата (путь к которому указан алгоритмизацией хода решения задачи). Имея алгоритм к разным типам задач, школьнику легко осуществлять контроль и самоконтроль по их выполнению. В ходе отработки вариантов оформления заданий разного типа появляется возможность коррекции выполняемых действий, перевод умения в навык, опять же на основе соотнесения своего результата с эталоном и определение качества и уровня усвоения приёмов решения задач. Умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач на основе визуальной структурно-логической схемы формирует общеучебные познавательные УУД как на основе знаково-символических способов преподнесения учебной информации, так и использовании логических приёмов при их создании.

Среди решаемых учебных задач по биологии, особые затруднения вызывают:

- задания по молекулярной биологии:
 - ✓ по транскрипции и трансляции из-за отсутствия алгоритма записи и учёта пунктуации;
 - ✓ деление клетки (митоз и мейоз) из-за сложности запоминания преобразований в клетке;

✓ циклы развития растений из-за недостаточного акцента на смену поколений при разборе информации;

- задания по взаимодействию неаллельных генов из-за отсутствия правильных представлений по комбинации генетических сочетаний;

- решение задач на родословные из-за отсутствия зрительных образов при восприятии схем наследования.

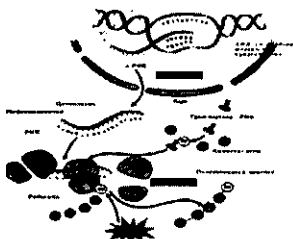
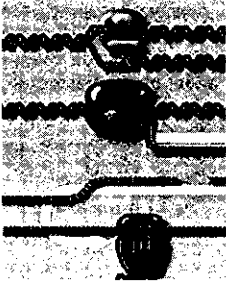
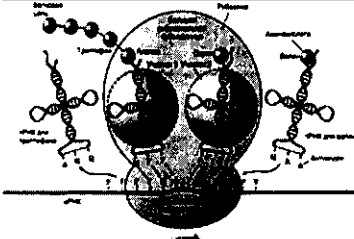
Для устранения проблем в понимании и усвоении данных тематических блоков и в применении знаний при решении биологических задач и были разработаны визуальные структурно-логические схемы. Главное их назначение — свёрнутость (сжатость) информации для облегчения её восприятия одновременно в совокупности всех компонентов, с возможностью дальнейшего подробного их рассмотрения, разворачивания для усвоения и понимания.

Постоянное, систематическое использование таких материалов при решении задач позволяет сохранить в памяти соответствующий зрительный образ, который используется в ходе мыслительных операций уже на этапах повторения и контроля знаний.

Представленная модель «Алгоритм оформления задач по молекулярной биологии (транскрипция, трансляция)» позволяет сразу в комплексе увидеть типологию задач по данной теме курса биологии. В структуре алгоритма выделены биологические процессы, осуществляемые в ядре (задачи на синтез нуклеиновых кислот: ДНК, иРНК и тРНК на ДНК-матрице), в цитоплазме (синтез аминокислотной последовательности, участие антикодонов тРНК в синтетических процессах); процессы, происходящие при участии генетической информации вирусных частиц. Обратные задачи на основе результатов

Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания	Алгоритм записи	Знаки препинания
ДНК: иРНК: тРНК: белок:	иРНК: ДНК: ДНК: тРНК: белок:	..... ... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	ДНК: тРНК: анти- кодон Кодон Триплет на иРНК Аминокислота: .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	вирус- иРНК: ДНК: иРНК: тРНК: белок: .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	ДНК: иРНК: белок: ДНК: иРНК: белок: .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	иРНК: ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	ДНК: иРНК: белок: ДНК: иРНК: белок: .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	тРНК: ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	белок: ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....

Вывод или ответ:

	<p>Данная петля тРНК, синтезированная на ДНК-матрице, будет переносить аминокислоту _____</p>		<p>В результате точечной генной мутации (выбор одного из вариантов ответа):</p> <p>← Замена/вставка нуклеотида – произошло смещение рамки считывания, изменилась первичная структура белка, следовательно, и его свойства;</p> <p>← Замена одного нуклеотида на другой – а) произошла замена одной аминокислоты на другую, изменилась первичная структура белка, следовательно, и его свойства; б) замена аминокислот не произошло, белок не изменился; в) изменилась первичная структура белка из-за появления стоп-кодона, биосинтез белка прекратился, молекула стала меньше, изменились его свойства;</p> <p>← Замена аминокислот (какая на какую) произошла в результате _____ нуклеотида, в _____ триплете, что привело к изменению свойств белка и данному заболеванию</p>	
--	---	---	---	--

Задача на принцип комплементарности и свойства генетического кода: триплетность, однозначность, неперекрываемость, универсальность (у эукариот – линейность)

Замечания: Если одна аминокислота (по таблице генетического кода) кодируется несколькими триплетами, то к свойствам генетического кода добавляется выраженность (или избыточность)

Генетический код (иРНК)					
Основа-ние	Второе				
Первое	У	Ц	А	Г	Третье
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	-	-	А
	Лей	Сер	-	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Правила записи генетической информации		
1.	По принципу комплементарности, в молекуле ДНК: А соответствует Т (А + Т – две водородные связи), Ц ≡ Г (три водородные связи).	
2.	В молекуле РНК нет Т вместо него У.	
3.	В молекулах нуклеиновых кислот генетическая информация заложена потриплетно (генетический код триплетен).	
4.	В молекулах нуклеиновых кислот, находящихся и синтезированных в ядре между триплетами ставится дефис.	
5.	Молекулы тРНК, участвующие в синтезе белка, представленные антикодонами, записываются через запятую или точку с запятой.	
6.	Свойства генетического кода: триплетность, однозначность, универсальность, неперекрываемость, выраженность	

Расчётные задачи		
На правило Чаргаффа	На вычисление	
1. $A/T = G/C = 1$. 2. $\Sigma(A+G) = \Sigma(C+T)$, т.е. количество пуринов в ДНК равно количеству пиримидинов. 3. $\Sigma(A+C) = \Sigma(G+T)$, т.е. количество оснований с аминогруппами в положении 6 равно количеству оснований с 6-кетогруппами	Количества аминокислот, нуклеотидов, тРНК	Молекулярной массы
	<ul style="list-style-type: none"> ● средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка принимается за 120 	Длина молекул <ul style="list-style-type: none"> ● относительная молекулярная масса одного нуклеотида принимается за 345; ● расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК (=длина одного нуклеотида) – 0,34 нм

<p>В молекуле ДНК находится <u>M</u> (числом или в %) нуклеотидов с <u>P</u> (один из нуклеотидов), (что составляет п % от их общего числа). Определите, сколько нуклеотидов с <u>тимин</u>ом (<u>T</u>), <u>гуанин</u>ом (<u>G</u>), <u>цитозин</u>ом (<u>C</u>), <u>аденин</u>ом (<u>A</u>) содержится в отдельности в молекуле ДНК, и объясните полученный результат</p>	<p>Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит <u>N</u> нуклеотидов с <u>аденин</u>ом (<u>A</u>), <u>M</u> нуклеотидов с <u>тимин</u>ом (<u>T</u>), <u>P</u> нуклеотидов с <u>гуанин</u>ом (<u>G</u>) и <u>F</u> нуклеотидов с <u>цитозин</u>ом (<u>C</u>). Какое число нуклеотидов с <u>A</u>, <u>T</u>, <u>G</u> и <u>C</u> содержится в двуцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК? Ответ поясните</p>	<p>Информационная часть иРНК содержит <u>M</u> нуклеотидов. Определите число аминокислот, входящих в кодируемый ею белок, число молекул тРНК, участвующих в процессе биосинтеза этого белка, число триплетов в участке гена, кодирующих первичную структуру этого белка (следует учитывать, что одна тРНК доставляет к рибосоме одну аминокислоту). Объясните полученные результаты</p>	<p>Полипептид состоит из <u>N</u> аминокислот. Определите число нуклеотидов на участке гена, который кодирует первичную структуру этого полипептида, число кодонов на иРНК, соответствующее этим аминокислотам, и число молекул тРНК, участвующих в биосинтезе этого полипептида (следует учесть, что одна тРНК доставляет к рибосоме одну аминокислоту). Ответ поясните</p>	<p>1. Белок имеет молекулярную массу R. Определите количество аминокислотных остатков в молекуле этого белка. 2. Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой Mg. Относительная молекулярная масса одного нуклеотида в среднем 345. Сколько нуклеотидов входит в состав ДНК? Какова длина этой ДНК?</p>	<p>Какую длину имеет участок молекулы ДНК, в которой закодирована первичная структура инсулина, если молекула инсулина содержит <u>N</u> аминокислот, а один нуклеотид занимает 0,34 нм в цепи ДНК? Сколько тРНК будет участвовать в переносе этого количества аминокислот к месту синтеза? Ответ поясните</p>
Алгоритм решения					
<p>1. $\Sigma A = \Sigma T$ и $\Sigma G \equiv \Sigma C$ 2. если $A = n\%$, то и $T = n\% \Rightarrow \Sigma G + \Sigma C = 100\% - 2n\%$ 3. $\Sigma G = \Sigma C = \frac{100\% - 2n\%}{2} \times M$ 4. Задача на правило Чаргаффа</p>	<p>1. $\Sigma A = \Sigma T$ и $\Sigma G \equiv \Sigma C, \Rightarrow$ 2. в 2 цепях $\Sigma A = \Sigma T = N + M$ $\Sigma G = \Sigma C = P + F$. 3. $\Sigma A + \Sigma T + \Sigma C + \Sigma G = N + M + P + F$ – в одной цепи. 4. Аминокислот определяем $(N + M + P + F) : 3$ или $(N + M + P + F) / 3$, т.к. генетический код триплетен. 5. Задача на правило Чаргаффа</p>	<p>1. Так как генетический код триплетен, то 1 аминокислота кодируется одним триплетом. \Rightarrow аминокислот M:3. 2. 1 молекула тРНК переносит одну аминокислоту \Rightarrow тРНК = M:3 или (M/3). 3. Задача на свойства генетического кода: триплетность, неперекрываемость, однозначность, универсальность</p>	<p>1. Так как генетический код триплетен, то количество нуклеотидов, кодирующих данный белок = $N \times 3$. 2. Один кодон соответствует 1 триплету \Rightarrow кодонов = $N \times 3$. 3. Задача на свойства генетического кода: триплетность, неперекрываемость, однозначность, универсальность</p>	<p>1. Количество аминокислотных остатков = $R:120$ или $(R/120)$. 2. Определяем количество нуклеотидов в данной молекуле. $Mg/345$ (или $Mg:345$). Определяем кол-во нуклеотидов в одной цепи $\Rightarrow (Mg/345)/2$. Определяем длину молекулы ДНК $((Mg/345)/2) \times 0,34$ нм</p>	<p>1. Определяем количество нуклеотидов в цепи. Так как генетический код триплетен и 1 аминокислоту кодирует три нуклеотида, то нуклеотидов = $N \times 3$. 2. Определяем длину цепи ДНК. 1 нуклеотид имеет длину 0,34 нм \Rightarrow длина цепи = $(N \times 3) \times 0,34$ нм. 3. 1 молекула тРНК переносит одну аминокислоту \Rightarrow тРНК = N</p>

биохимических преобразований: порядок участия тРНК в синтетических процессах, на основе имеющейся последовательности аминокислот в белковой молекуле. Отдельно выделены схемы абстрагированных формулировок задач на разные виды мутационного процесса (вставка, выпадение нуклеотидов, замена одного нуклеотида на другой, замена одной аминокислоты на другую). Каждый абстрагированный тип задачи сопровождается схематическим алгоритмом записи её решения. Здесь отображены не только очерёдность действий при выполнении задания, но и знаки пунктуации, которые являются одной из распространённых ошибок при записи школьниками последовательности нуклеотидов или аминокислот в органических молекулах. Решение этих задач предполагает формулирование выводов и написание правильного ответа.

Для полного представления о требованиях по оформлению задач, предлагается формулировка ответа в целом по всем типам, а также дополнительная информация для ответов на задачи с разными видами мутационных процессов.

Вторая часть визуальной структурно-логической схемы посвящена расчётным задачам по молекулярной биологии, где предусматривается проведение определённой группы последовательных математических действий для получения нужного результата с опорой на знание свойств генетического кода и определённых цифровых показателей (таких, как длина нуклеотида, относительная молекулярная масса одного нуклеотида, средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка). В абстрагированных типах задач введены некоторые абстрактные обозначения, заменяющие реальные цифры, и с их использованием показан порядок действий по вычислению необходимых

параметров, заложенных в условие задачи. Имеющиеся формулы опираются на данные-сноски. Такой подход позволяет отработать алгоритмы решения задач подобного типа, помогает запомнить цифровые данные, которые в дальнейшем учащийся будет использовать в своей практике.

Визуальная структурно-логическая схема алгоритма по решению задач, формирует у школьников правильные последовательности действий, так как они отображены в виде определённого зрительного ряда. Использование схемы на разных этапах обучения способствует усвоению информации, облегчает отработку умения решать и оформлять задачи такого типа. Если на первых этапах освоения информации, используется общая модель, то в будущем, при многократном использовании, она запечатлевается в памяти. Зрительный образ закрепляется, а в дальнейшем, при отработке, он «всплывает» как подсказка в работе. Итог использования зрительного ряда — выполнение заданий этой группы в ходе итоговой аттестации с наименьшими ошибками и с большим пониманием химизма сложных биологических процессов.

Сжатое представление (свёрнутость) информации, её структурность — переводит знания на более высокий уровень их понимания и запоминания. Данные мыслительные операции способствуют формированию предметной естественнонаучной компетентности. Практика использования визуальных структурно-логических схем показывают их эффективность в образовательной деятельности, помогает снять проблемы объяснения.

Составление структурно-логических схем требует облечения учебной информации в определённую зрительную форму, удобную для восприятия и запоминания.

Создание схемы предусматривает учёт следующих особенностей:

- ✓ лаконичность, краткость, однозначность, научная достоверность;
- ✓ зрительная выразительность, образность, яркость, запоминаемость;
- ✓ эргономичность в представлении.

Создание модели — процесс длительный, с поиском форм представления и объектов структурирования. Но если схема сложилась, то результат проявляется быстро. При использовании, хотя бы однократно, структурированного материала подобного типа, у учащихся возникает желание пользоваться им чаще и при изучении других сложных тем курса.

Практика использования структурно-логических схем показывает положительную динамику в усвоении учебной информации, большой интерес к такого вида моделям не только со стороны школьников, но и со стороны учителей, поскольку в дальнейшем это помогает в решении проблем при формировании естественно-научной, предметной и в конечном итоге — функциональной грамотности как учащихся, так и педагогов.



ЭТО ИНТЕРЕСНО

Цветовым зрением человека заведуют так называемые колбочки. Это светочувствительные клетки, находящиеся в сетчатке и содержащие в себе специальные пигменты, реагирующие на свет разной длины волны. Их обычно три сорта: наиболее чувствительные к синему (длины волн 445—450 нм), зелёному (около 525—535 нм) и красному (555—570 нм) цветам. Каждый сорт колбочки позволяет различить сотню оттенков, так что общее их число для трёх сортов колбочек — миллион (1003). Если колбочек только два типа, такое зрение позволяет различать лишь 10 000 цветов. Подобное строение сетчатки характерно почти для всех млекопитающих, кроме человека и некоторых обезьян. Зато у птиц и многих насекомых четыре типа зрительных пигментов, так что воспринимаемое ими богатство оттенков окружающего мира значительно больше. Некоторые люди тоже способны к более широкому восприятию цветов и оттенков. Среди нас встречаются уникалы с четырьмя сортами колбочек, так называемые тетрахроматы. Им доступны сотни миллионов оттенков. Физиологи предполагают, что 2—3% женщин (а по некоторым данным, даже половина женщин и 8% мужчин) могут обладать четырьмя типами светочувствительного пигмента в колбочках. Таких женщин должно быть больше, чем мужчин, так как гены цветовоспринимающих зрительных пигментов находятся в основном на X-хромосомах, которых у женщин две (у мужчин лишь одна).

Литература

1. Алексеева Е.В. Визуальные структурно-логические схемы и таблицы в подготовке учителя и ученика // Биология в школе. — № 8. — 2013.
2. Алексеева Е.В. Структурно-логические модели по биологии в условиях формирования УУД // Биология в школе. — № 1. — 2015.
3. Википедия. Инфографика. — <https://ru.wikipedia.org/wiki> [Электронный ресурс].
4. Кубрак Н.В. Инфографика в образовании. — https://edugalaxy.intel.ru/uploads/files/Kubrak_NV.pdf [Электронный ресурс].
5. Сергеев И.С., Блинов В.И. Как реализовать компетентный подход на уроке и во внеурочной деятельности: Практическое пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — М., 2009.
6. Хуторской А.В. Определение общепредметного содержания и ключевых компетенций как характеристика нового подхода к конструированию образовательных стандартов». — <http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.htm>.

