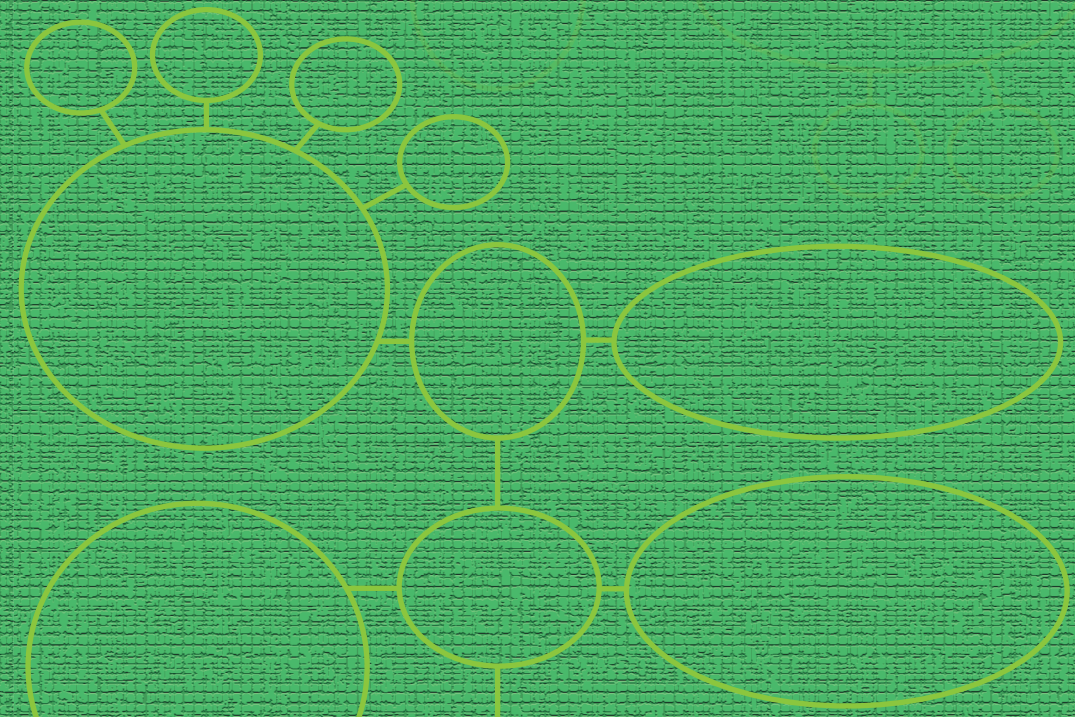




Зорков И.А.

ЗНАКОВО-СИМВОЛИЧЕСКАЯ НАГЛЯДНОСТЬ В ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»

И.А. Зорков

**ЗНАКОВО-СИМВОЛИЧЕСКАЯ
НАГЛЯДНОСТЬ
В ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ**

Методическое пособие

КРАСНОЯРСК 2012

ББК 74.262.8
3 864

Рецензенты:

Н.З. Смирнова

Доктор педагогических наук, профессор

(Красноярский государственный педагогический университет

им. В.П. Астафьева)

А.И. Сарапулова

Заслуженный учитель Красноярского края

(Центр образования № 1)

Зорков И.А.

3 864 Знаково-символическая наглядность в обучении биологии: методическое пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2012. – 108 с.

Раскрывает теоретические и методические аспекты проблемы использования знаково-символической наглядности в обучении биологии в средней школе на примере курса «Общие биологические закономерности» (9 кл.). Содержит систему средств знаково-символической наглядности, предназначенную для использования на уроках биологии при изучении вышеупомянутого курса.

Предназначено для студентов педагогических вузов и учителей биологии. Также может использоваться в системе повышения квалификации и переподготовки педагогических образовательных учреждений.

ББК 74.262.8

*Издано на средства внутривузовского гранта № 12/12
«Инновационный подход в профессиональной подготовке педагогических кадров по предметам естественнонаучного цикла»*

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2012
© Зорков И.А., 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Глава 1. Теоретические основы использования знаково-символической наглядности в обучении биологии	
§1. Общие представления о знаково-символических средствах в философии и психологии	6
§2. Ретроспектива проблемы использования знаково-символической наглядности в обучении биологии	13
§3. Сущность, разновидности и новые формы биологической знаково-символической наглядности	18
Глава 2. Методика применения знаково-символической наглядности в обучении биологии	
§1. Правила и принципы создания средств знаково-символической наглядности к урокам биологии	23
§2. Методика применения знаково-символической наглядности на уроках биологии	28
Глава 3. Система средств знаково-символической наглядности для раздела «Общие биологические закономерности» (9 класс)	36
Библиографический список	77
Приложение	82

Предисловие

Развитие педагогической науки во все времена выражалось в виде различных дидактических подходов: «знаниевом», компетентностном, системно-деятельностном и др., реализация которых заключается в постоянной модернизации и поиске новых методов и средств обучения, так как существование педагогического процесса без этих подходов невозможно. Каждый год в школы приходят новые ученики, появляются новые учебные программы, альтернативные учебники. Учителя-предметники ищут различные пути, способствующие правильной организации познавательной деятельности учащихся, увеличению доли самостоятельной работы, развитию логического мышления. Идя в ногу со временем, теория и методика обучения биологии на всём протяжении своего развития постоянно занимается совершенствованием учебно-воспитательного процесса, решая огромное количество дидактических и методических проблем, среди которых главная – применение в обучении биологии средств знаково-символической наглядности. Создание нами системы средств знаково-символической наглядности, верификация методических условий их применения и некоторые другие вопросы, связанные с использованием знаково-символической наглядности в обучении биологии, являются своего рода ответом на требования новой концепции обучения и ФГОС второго поколения.

В сложившейся ситуации учителю необходимо по-новому организовывать учебный процесс, учить детей биологии, основываясь на системно-деятельностном подходе, иметь в арсенале новые средства наглядного обучения, используя при этом дидактические средства, проверенные многолетним опытом. Знаково-символическая наглядность может считаться таким средством наглядности. Это доказывает результаты многолетних исследований её эффек-

тивности, полученными составителем пособия на базе нескольких средних общеобразовательных школ Красноярска.

Таким образом, пособие откроет множество возможностей для педагогического творчества, поможет учителю расширить теоретический опыт в использовании биологической наглядности и освоить оригинальную методику использования знаково-символической наглядности в практической деятельности. К каждому элементу учебной знаково-символической системы, размещенной в главе 3, дано описание того текста, который визуализирован в виде различных схематических конструкций и пиктограмм. Любые критические замечания и дополнения, возникшие у читателя, будут с благодарностью приняты и учтены в дальнейшей работе.

Автор благодарит директора МБОУ «Центр образования № 1» Сарапулову Анну Ивановну и сотрудников за помощь в реализации системы знаково-символической наглядности.

Глава 1.

Теоретические основы использования знаково-символической наглядности в обучении биологии

§1. Общие представления о знаково-символических средствах в философии и психологии

Идея знаково-символической наглядности (далее ЗСН) всегда занимала важное место в теории и методике обучения биологии. На практике она выражалась в реализации дидактического принципа наглядности, который появился одним из первых в обучении естествознанию и является старейшим из дидактических принципов. Ещё Н.М. Верзилиным было отмечено, что «... принцип наглядности, по существу, является одним из важнейших средств развития биологических понятий. Применение наглядности требует значительного усовершенствования. До настоящего времени в преподавании биологических предметов наглядные пособия использовались большей частью только для получения учащимися первичных представлений о предмете, но не способствовали обобщениям и развитию понятий. Нужны пособия, позволяющие сопоставлять, устанавливая взаимосвязи, обобщать явления» [5, с. 24].

Одним из вариантов решения проблемы наглядных средств обучения в школьной биологии является применение в обучении средств ЗСН. Представление о знаково-символических средствах как инструментах познавательной деятельности возникло ещё до появления школьной биологии и методики обучения вообще, данная концепция возникла в области матери всех наук – философии. К простейшим знакам и символам люди обращались всегда и даже тогда,

когда не существовало письменности и самой школы. В житейском плане в учебных заведениях древних стран – Китая, Египта, Греции, Рима – знаки были достаточно широко распространены [11]. В человеческом познании, от появления homo erectus до современного человека, окружённого инновационными технологиями, знак и символ всегда являлись средствами, не просто расширяющими реальность, но и выступающими в качестве ее нового измерения. Издавна человек жил не только в материальном мире, но и в мире символов – знаково-символической реальности [17].

В современной философии проблеме использования предметов-посредников между объективной действительностью и человеческим сознанием, т. е. конкретным изображениям и знаково-символическим средствам в процессе познания, посвящено довольно много работ как иностранных, так и отечественных учёных. Изучением функциональной роли знаков и символов естественных и искусственных языков в человеческом познании занимались такие философы, как Георг Гегель, Ч.С. Пирс, Ж. Бодрийар, Т.В. Гамкрелидзе, А.М. Коршунов, А. Соломоник, М. Хессе, А.В. Славин, Д.В. Пивоваров, В.Д. Паронджанов, В.К. Сабельфельд, В.Е. Котов, И. Гофман, Ч.Дж. Филлимор. Значительная роль языковых символов в обучении также подчёркивалась известными методистами-биологами. П.И. Боровицкий в книге «Методика преподавания биологии» (1962) пишет: «Использование опыта, накопленного человечеством, возможно только с помощью языка. Временные связи, возникающие под действием языковых знаков, лежащие в основе отвлечённого словесного мышления, составляют вторую сигнальную систему действительности. Вторая сигнальная система лежит в основе всей умственной деятельности человека, даёт ему возможность творчески комбинировать образы и понятия» [4, с. 46]. Сущность знака и символа как

средств обучения биологии раскрывается и у А.Н. Рыкова. «... В символическом рисунке, – пишет автор, «... черты, свойственные натуре, полностью отсутствуют. Натура как таковая изображается здесь различными условными обозначениями: кружками, прямоугольниками, треугольниками, ромбами и т. п.» [37, с. 38].

Первое определение знака как средства познавательной деятельности было сформулировано ещё Святым Аврелием Августином в IV в. В труде «De doctrina Christiana» он пишет, что «знак есть некая вещь, представленная нашим чувствам, но обозначающая в нашем постижении другое, а не только саму себя» [1, с. 56]. Данное определение до сих пор не потеряло научной ценности, однако имеет слишком широкую трактовку. В этом значении любой заместитель, любая форма выражения мысли или вещи выступает как знак, в том числе и символ, как указывает на то Чарлз Сандерс Пирс [32]. Не будет лишним отметить некоторую разницу между философскими категориями «знак» и «символ» и представить их чёткую дефиницию.

В современной трактовке знак – это материальный, чувственно воспринимаемый объект, который условно представляет и отсылает к обозначаемому им предмету, явлению, действию или событию, свойству, связи или отношению предметов, явлений, действий, событий [23]. Знак «... должен быть кратким и сжатым по форме и заключать максимум смысла в минимуме протяжения, изоморфно соответствовать обозначаемому им понятию, представлять идею как можно более естественным образом» [7]. Под символом же понимается только «...отражение вещи, однако не пассивное, не мёртвое ...», как в случае со знаком в его безконтекстности и полной однозначности, а такое «... которое несёт в себе силу и мощь самой же действительности, отражение не просто чувственной поверхности ве-

щей, но их внутренней закономерности» [22]. Как указывает В.А. Штоф, «...символ – это средство, воплощающее диалектику взаимодействия чувственного и рационального, и отличается от знака тем, что с помощью обобщённого конкретно-чувственного или абстрактно-схематического изображения, составляющего упорядоченную структуру символа, можно внешне выразить отвлечённое содержание – идеи и понятия, которые и есть смысл символа» [48]. По мнению Д.П. Горского, «... символ стоит между знаком, у которого собственное содержание ничтожно, и моделью, имеющей прямое сходство с моделируемым объектом ...» [8]. На рис. 1 представлены наиболее часто употребляемые знаки и символы.



Рис. 1. Знаки и символы, часто используемые человеком (сверху изображены знаки, снизу – символы)

В.Ю. Смольников, И.М. Титова, А.В. Теремов [38,43,41], в разное время занимавшиеся исследованием проблемы ЗСН в естественнонаучном обучении для дисциплин данного цикла, предлагают использование идеографических знаков и знаков общелогического содержания (рамки, стрелки, линии, составляющих схематическую наглядность). Ещё Д.С. Михайловым, одним из основателей отечественной методики биологии, признавалась дидактическая эффективность идеографических и общелогических знаков. По его мнению, знаково-символические средства приучают детей к строгому логическому мышлению, заставля-

ют отыскивать существенные неизменные признаки у рассматриваемых объектов, приучают группировать объекты по их действительному сходству, таким образом приводят к усвоению классификации [28]. В работах известных методистов-биологов Н.М. Верзилина [5], В.М. Корсунской [20], Б.Ф. Всесвятского [6] также довольно часто упоминаются знаки общелогического содержания (схематическая наглядность). По мнению В.М. Корсунской, «...при отсутствии фильмов схемы – единственная возможность придать наглядность изложению сложных вопросов темы; они необходимы при изучении статистических закономерностей и цитологических основ наследования, учения о биосфере и т. д. Рассказ, объяснение, лекция учителя должны сопровождаться выведением схем, формул, численных отношений» [20, с. 34]. Б.Ф. Всесвятский в труде «Проблемы дидактики биологии» указывает на обязательную роль знаковой наглядности в обучении биологии: «...изучение объектов живой природы необходимо начинать с наглядно-образного представления...», и далее: «... графическое воспроизведение выводов, закрепление понятия схемой вызывает у детей эмоциональную реакцию. У учащихся создаются чувственно-конкретные представления об изучаемых природных объектах, развиваются эстетические чувства, прочно усваиваются биологические знания; при этом у них успешнее развивается устная и письменная речь» [6, с. 50].

В обучении знаки и символы используются для презентации любых явлений и процессов, для решения самых разнообразных задач и получения тем самым какой-то информации. Они отличны от оригинала, но в каком-то отношении аналогичны ему. Во всех случаях между знаком и обозначаемым объектом есть определенное отношение или прагматическая связь. Эти характеристики знака и символа в обучении, характерные для моделей, позволяют именовать процесс

обозначения изучаемых объектов моделированием, а учебные знаки и символы – знаково-символическими моделями.

Н.А. Рыков говорит о том, что модели, схемы и другие знаковые средства всегда должны использоваться на уроке. «Схематические рисунки, модели с познавательной точки зрения оказывают помощь в борьбе за качество знаний учащихся и повышение их сознательности в усвоении нового учебного материала» [37, с. 36]. По определению Л.М. Фридмана, знаково-символические модели представляют собой запись структуры или некоторых особенностей моделируемых объектов с помощью знаков и символов какого-то искусственного языка [47]. Знаково-символическая модель – это объект-заместитель, который в определенных условиях может заменять объект-оригинал, воспроизводя в знаковой форме интересующие свойства и характеристики оригинала [10]. Эти модели создаются мысленно, на основе анализа реальной действительности. Чтобы сохранить, сделать достоянием других, их переносят на бумагу, школьную доску, компьютер в виде знаков, схем, диаграмм, алгоритмов, формул [18]. Восприятие знаково-символической модели вызывает у её разработчика, а также у того, кто её «понимает», образы моделируемых объектов, на основе которых эта модель была разработана, соответственно происходит полноценное усвоение информации об объекте изучения в ходе чувственного и рационального познания.

Знаково-символические модели, используемые в обучении, принципиально различны по способам кодирования, сложности и чёткости алфавита, между ними всегда существуют синтаксические и семантические связи, устанавливается связь между знаково-символической моделью и оператором знаково-символической деятельности, в роли которого в образовательном процессе выступает ученик. Поэтому любая совокупность знаково-символических моделей яв-

ляется системой, в рамках которой могут функционировать подсистемы с существенными операционными различиями.

«Знаково-символическая система – это совокупность знаков и символов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определённую целостность и единство» [15, с. 257]. Любая учебная знаково-символическая система будет обладать максимальной эффективностью, если содержащиеся в ней знаки и символы способны отражать различное предметное содержание, а в самой системе прослеживается блочная структура и связи между блоками. Кроме того, эти структурные и функциональные связи должны обеспечивать интегративность всей системы, то есть нормальное взаимодействие знаков, характеризующих изучаемый объект [38].

Таким образом, в философской науке уже довольно давно существует хорошо сложившееся мнение о незаменимой роли знаково-символических средств в ходе усвоения человеком информации об окружающем мире. Эффективность знаков и символов отмечается большинством учёных, чей авторитет в области теории познания бесспорен. Охарактеризовав сущность и роль знаково-символических средств в общем аспекте философии, необходимо проследить процесс проникновения знака и символа в обучение естествознанию, в котором эти средства выступают в качестве знаково-символической наглядности.

Вопросы для самоконтроля

1. Кто впервые дал определение термина «знак»?
2. Какие философы занимались изучением проблемы знаков и символов в теории познания?
3. Чем знак отличается от символа?
4. Что такое знаково-символическая модель, каков механизм её восприятия человеком?
5. Что такое знаково-символическая система?

§ 2. Ретроспектива проблемы использования знаково-символической наглядности в обучении биологии

В теории и методике обучения биологии проблема использования ЗСН является одной из важнейших, её решением занимаются как преподаватели школьной биологии и методисты, так и известные учёные в области теории и методики обучения биологии. Как писал П.Ф. Каптерев в книге «История наглядного обучения», «...наглядное обучение – есть самое естественное обучение, оно подсказывается каждому педагогу самой природой» [16].

Начиная рассказ об истории использования ЗСН в обучении биологии, кратко охарактеризуем процесс появления языковых знаков. Первые знаки наши предки начали создавать примерно за 25 000 лет до н. э. Люди сначала хотели запечатлеть свои ощущения в петроглифах (пиктограммах), которые представляли только то, что было нарисовано. Эти пиктограммы постепенно стали превращаться в идеограммы – знаковые рисунки, которые обозначали не только то, что было изображено, но и идеи (контекст), связанные с данным рисунком [46]. С образованием письменности (визуального текста из вербального) 5400 лет назад идеограммы дали начало логограммам и фонограммам, фразеграммам и диграфам, а также многим другим знаково-символическим средствам естественного языка и, кроме того, идеограммам, иконам, гербам, эмблемам языка искусственного.

Подобно тому, как любой живой организм повторяет филогенез в онтогенезе, каждый ребёнок в процессе своего развития повторяет описанный выше путь человечества в развитии способности оперировать знаково-символическими средствами различной сложности, что подтверждается теорией формирования и развития личности в процессе деятельности А.Н. Леонтьева, Л. Рубинштейна и определяет

роль ЗСН как самого естественного дидактического средства для образовательного процесса.

В теории и методике обучения биологии основоположником идеи применения ЗСН является С.А. Павлович. В работах «Изготовление приборов для школьных и лабораторных занятий» (1929), «Стенная таблица-свиток как вид наглядного учебного пособия» (1946) им была выявлена дидактическая роль ЗСН в учебном процессе, детально описана технология создания схем.

Методика схематизирования содержания школьной биологии, предложенная С.А. Павловичем, была развита А.А. Яхонтовым в частной дидактике биологии (1955 г.) [50]. Нововведением в методике Яхонтова является применение ЗСН не только при объяснении нового материала, но и на этапах повторения и закрепления материала на уроке, а также при организации вопросно-ответной беседы.

Если в период с 1927 по 1960 г. в истории теории и методики обучения биологии проблема средств ЗСН не конкретизировалась и шла главным образом в русле проблемы наглядности вообще, включавшей анализ видов наглядности, их роли в образовательном процессе, условий эффективного введения в обучение наглядных средств, то позднее, с 1960 по 1990 г., возникли проблемы организации деятельности учащихся с соответствующими ей учебными знаково-символическими средствами. В этот период в теории и методике обучения биологии Д.И. Трайтаком в работе «Применение символов и знаков в дидактических материалах по ботанике» (1977) научно обоснована методика применения ЗСН в школьной биологии. «Современное преподавание биологии не может обходиться только натуральными объектами», – пишет автор, – ... содержание программ по многим предметам, начиная с начальных классов, подводит учащихся к пониманию искусственного языка, выраженного в

знаках и символах...» [44]. Главной особенностью методики Д.И. Трайтака является организация презентации ЗСН в соответствии с особенностями знаково-символической деятельности: от природы к средствам-заместителям, от замещения к кодированию, от кодов к схемам и далее к знаково-символическим моделям биологических объектов.

В начале 80-х годов прошлого века в педагогической литературе широко освещался опыт доктора академии педагогических наук Украины, профессора В.Ф. Шаталова, который в трудах «Точка опоры» (1987), «Методические материалы для работы с опорными материалами по тригонометрии» (1979), «Опорные сигналы по физике для 6 класса» (1978), «Методические рекомендации для работы с опорными сигналами по истории в 4 классе» (1984) предложил организационно-методическую систему опорных сигналов, сгруппированных в опорные конспекты учебной информации. Опорные конспекты В.Ф. Шаталова представляли собой учебный материал по предмету, кратко выраженный посредством ЗСН: схем, пиктограмм, идеограмм, буквенно-цифровой символики. По сути, эта система в виде набора приёмов и способов использования опорных конспектов стала первой методикой учебного рисуночно-идеографического письма, которая получила активное развитие в теории и методике обучения биологии. В журнале «Биология в школе» и газете «Биология» в разное время печатаются статьи А.В. Теремова (1987), А.В. Чоботарь (1987), Е.В. Васильевой (1989), И.Д. Рубцовой (1989, 1990 Т), Е.А. Постниковой (1991), Е.В. Макаревича (1996), В.И. Нахаевой (2005), в которых авторы высказываются об эффективности знаково-символической наглядности, предлагают эффективные методики её применения на уроках биологии.

В методических пособиях А.Н. Марасова «Методические рекомендации по составлению опорных конспектов на

уроках биологии» [25], И.А. Плахова «Применение опорных конспектов при изучении биологии в 6–7 классах» [33], Л.В. Ребровой, Е.В. Прохоровой «Опорные конспекты по биологии» [35], выпущенных в период с 1989 по 1997 г., методическая система знаковых средств В.Ф. Шаталова получает специфическую обработку в соответствии с особенностями процесса обучения биологии. Авторами предлагаются свои вариации опорных конспектов для различных разделов школьной биологии, каждая из которых является оригинальной системой ЗСН, имеющей собственные нюансы и оригинальные характеристики составляющих её элементов.

В 1987 г. журнал «Биология в школе» публикует статью кандидата биологических наук А.И. Никишова и учителя московской средней школы № 52 А.В. Теремова «Использование опорных сигналов (рисуночного письма) в обучении биологии» [41], которые использовали метод Шаталова в своей практике уже в качестве методики составления рисуночно-идеографического письма в процессе обучения биологии. В последующих работах (1997, 1998, 2001) этими исследователями был сделан огромный вклад в решение проблемы ЗСН в обучении биологии. А.И. Никишов, А.В. Теремов выдвинули ряд требований к изготовлению средств ЗСН в соответствии с особенностями методики биологии, разработали целостную систему ЗСН (пиктограмм и идеограмм) и методику её применения на уроках в среднем звене общеобразовательной школы. Однако вопросы классификации знаково-символических средств, создания максимально вариативной учебной знаково-символической системы остались открытыми.

В 2005 г. «Биология в школе» публикует статью В.И. Нахеевой, О.Н. Савицкой «Использование идеограмм при формировании биологических понятий на уроках биологии», в которой предлагается использовать средства ЗСН

на основе дедуктивного построения урока. Авторы предлагают методику структурирования знаково-символических средств в графы и кластеры (ГЛС), что, по их мнению, способствует развитию ассоциативного мышления и памяти, и таким образом осуществляют системный подход к использованию ЗСН.

В связи с переходом основной школы на ФГОС второго поколения интерес педагогов к ЗСН в последнее время значительно возрос. Как в печатных, так и в электронных изданиях, на период 2010–2012 гг. появилось большое количество статей на тему методики применения знаково-символических средств на уроках биологии. Это обусловлено тем, что метапредметные результаты обучения, требуемые ФГОС–2011 и новой образовательной концепцией, напрямую связаны со способностью учащихся осуществлять различные операции со средствами ЗСН. О.П. Зайцева [14], С.В. Ковалёва, И.А. Шабанова [19], А.Н. Стась [39] и другие методисты предлагают оригинальные подходы к использованию знаковых средств, а также их новые формы. О сущности, разновидностях современной ЗСН, их эффективности в образовательном процессе как раз и пойдёт речь в следующем параграфе.

Вопросы для самоконтроля

1. Кто является основоположником идеи применения ЗСН в обучении биологии?
2. Найдите в библиотеке или сети Интернет статью Д.И. Трайтака «Применение символов и знаков в дидактических материалах по ботанике» (1977). В чём состоит основная мысль автора статьи, какова методика использования ЗСН, предложенная им?
3. Кто из методистов-биологов является продолжателем методики опорных конспектов В.Ф. Шаталова?

§ 3. Сущность, разновидности и новые формы биологической знаково-символической наглядности

В теории и методике обучения биологии на данный момент существует несколько определений ЗСН, различных по содержанию и дефиницирующих этот термин в разных контекстах.

А.В. Теремов определяет ЗСН как наглядность, отражающую структуру и функцию процесса замещения, кодирования, моделирующую абстрактные зависимости по своему виду и конкретным особенностям через условно-символическую форму [42].

М.А. Урбан под наглядными знаково-символическими средствами подразумевает отдельные объекты или системы объектов, которые с определенной дидактической целью используются для замещения других объектов [45].

Л.В. Реброва считает, что ЗСН – это построенное по специальным принципам наглядное средство обучения, в котором концентрированно отображено основное содержание учебного материала, а также использованы графические приёмы повышения мнемонического эффекта [35].

Знаково-символические модели, используемые в обучении, принципиально различны по способам кодирования, сложности и чёткости алфавита, между ними всегда существуют синтаксические и семантические связи, на основе дидактических, графических и семиотических характеристик выделяются различные группы ЗСН. В классификации А.П. Медовой [26], разделяющей знаково-символические средства по дидактическим характеристикам, обозначены следующие группы средств ЗСН:

- 1) поясняющие изучаемое;
- 2) закрепляющие полученные представления;
- 3) обобщающие материал;
- 4) помогающие учителю выяснять степень усвоения знаний учащимися;

5) инструктирующие при проведении практических работ.

А.В. Теремов в диссертации «Знаково-символическая наглядность и деятельность как средство повышения качества знаний учащихся по биологии. Раздел «Животные»», опираясь на классификации различных исследователей, группирует средства ЗСН по семиотическому критерию, а точнее, по глубине отражения реальной действительности:

- 1) морфологические знаково-символические средства;
- 2) функциональные знаково-символические средства;
- 3) операционные знаково-символические средства.

В.И. Нахаева, О.Н. Савицкая в статье «Использование идеограмм при формировании биологических понятий» [29] делят ЗСН на графические и цветовые знаки. Группу графических знаков они разбивают на подгруппы:

- 1) геометрические фигуры, вызывающие ассоциации с тем или иным биологическим понятием или признаком понятия;
- 2) общепринятые идеограммы;
- 3) буквенные знаки, представляющие собой сокращения слов или сочетание букв русского (или латинского) алфавита;
- 4) абстрактные символы.

Цветовые знаки представлены единственной подгруппой цветовых ассоциаций.

Как любое явление педагогической реальности ЗСН не статична, а постоянно совершенствуется, вслед за изменением педагогического процесса приобретает не только новые, но и инновационные формы.

В связи с проникновением в методику биологии фреймового подхода фреймы как одна из форм знаково-символических средств всё чаще становятся альтернативой табличной наглядности на уроках. Фреймовая модель представляет абстрактный образ стандартных стереотипных ситуаций в символах – своеобразную жесткую конструкцию (каркас), содержащую в

качестве элементов пустые окна – слоты, которые многократно перезаряжаются информацией, в отличие от классической табличной наглядности, представляющей собой статичные картинки, включающие визуальный и вербальный текст конкретного параграфа (рис. 6, 7, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 32). «Фреймовая схема сжимает информацию в десятки и сотни раз, ибо она отражает стереотипную ситуацию [27].

Использование такого подхода в наглядном обучении позволяет строить взаимодействие по схеме «учитель – текст – ученик...», что соответствует современным подходам к обучению, заданным в ГОСТ второго поколения. При этом функция учителя изменяется в сторону координатора или фасилитатора, а функция ученика приобретает характер внутреннего диалога с автором или источником учебной информации» [14].

В связи с превалированием деятельностного подхода в обучении, требуемого новой образовательной концепцией, наряду с фреймовыми системами в школьной биологии получают применение визуальные алгоритмы деятельности. Эти средства наглядности представляют собой цепочку блоков, каждый из которых – знаково-символическая модель практической и умственной деятельности, выполняемую на данном этапе учения (рис. 28, 29). По мнению методистов-биологов, занимающихся проблемой применения алгоритмов в современной методике биологии [2, 3, 9, 13, 40], эти средства заменяют классическую словесно-образную наглядность, являющуюся малоэффективной для формирования биологических умений и навыков школьников. Визуальные алгоритмы способствуют осознанию учащимися связей теоретических построений с практикой, обеспечивают последовательность и логичность изложения содержания предмета, не теряя главного и принципиального из всей массы материала школьной биологии.

Новыми наглядными средствами в обучении биологии являются кластерные модели предъявления учебной информации, а также модели семантических сетей, так называемые

«терминологические гнёзда», аналогичные классическим блок-схемам и всё чаще заменяющие их в образовательном процессе (рис. 9, 11, 17, 24, 30). С точки зрения исследователей проблемы применения кластеров и семантических сетей в обучении естествознанию [49, 12], использование этого типа наглядности изменяет взгляд на принципы изложения учебной информации – становится возможным активный зрительный анализ структуры учебного материала. При этом объем текстовой информации уменьшается, опускается большинство из промежуточных логических операций, тщательные и подробные выкладки заменяются знаковыми образами, которые не только способствуют расширению объема биологических понятий, но и устанавливают межпонятийные связи с близкими понятиями.

Опорные конспекты В.Ф. Шаталова, широко используемые в обучении биологии, в последнее время заменяются метапланами и картами памяти (рис. 4, 10, 18, 23, 25, 26, 31), пришедшими в отечественную школу из зарубежной педагогики. Б. Депортер, М. Хенаки, авторы методики применения метапланов, считают, что эти дидактические средства в наибольшей степени приближают форму записи учебной информации с помощью символов к естественной работе мозга по восприятию и передаче этой информации [12]. Следовательно, «...если учащиеся могут символически изобразить объект изучения, значит, они имеют о нём достаточно ясное представление. Это, несомненно, повышает степень восприятия и усвоения материала» [4]. «В процессе словесного взаимодействия разуму приходится сортировать фрагменты разнообразной, случайной и хаотичной информации, одновременно осуществлять отбор, формулировку и символическую визуализацию материала с учетом слов и идей, возникающих на подсознательном уровне, использование символов, таким образом, помогает упорядочить элементы поступающей информации и способствует возникновению логических связей, усиле-

нию контроля за записью информации в памяти следовательно, шансы на запоминание этой информации в памяти возрастут» [29].

Фреймы, алгоритмы, кластеры, метапланы – элементы инновационных образовательных технологий наглядного обучения биологии. Исходя из дидактических качеств и структурных особенностей этих средств, многие исследователи [14, 31, 42, 34, 29] включают их в группу знаково-символических. По заключению Д.Х. Рубенштейна, в современном естественно-научном образовании новые знаково-символические средства наряду с другой наглядностью играют весьма важную роль, способствуя абстракции и антиципации мышления [36].

Таким образом, рассмотрев теоретические аспекты ЗСН в обучении, можно сделать вывод о том, что эта разновидность средств обучения, несомненно, является актуальным и интересным дидактическим средством, что доказывается большим количеством попыток педагогов использовать ЗСН в школьной биологии как с момента её возникновения, так и в настоящее время. Причём интерес к ЗСН в теории и методике обучения биологии в её историческом развитии не только не уменьшается, но и постоянно растёт.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «знаково-символическая наглядность». Какое из определений ЗСН, приведённых в начале параграфа, вы считаете наиболее правильным и почему?
2. Какие разновидности ЗСН в обучении биологии вам известны?
3. Приведите примеры современных и инновационных средств ЗСН, обоснуйте их дидактическую функциональность?
4. Какие из средств классической знаковой наглядности послужили прототипами фреймов и карт памяти?

Глава 2. Методика применения знаково-символической наглядности в обучении биологии

§ 1. Правила и принципы создания средств знаково-символической наглядности к урокам биологии

Знаково-символическая деятельность, направленная на разработку знаковых средств, является сложным психологическим процессом, который оказывает влияние на развитие зрительной памяти, ассоциативного, образного и логического мышления учащихся. Процесс качественного повышения педагогического мастерства учителей также определяется тенденциями визуализации учебного материала как наиболее приемлемой и эффективной учебной технологии при восприятии, переработке и запоминании содержания предмета.

Методика создания ЗСН включает в себя использование для наглядного представления содержания учебного материала знаковые образы «визуализации», выступающие на первый план в зависимости от специфики изучаемого биологического объекта или явления. Это могут быть следующие базовые элементы зрительного образа: точка, линия, форма, направление, тон, цвет, структура, размер, масштаб, движение и т. д. [52].

При создании любого знаково-символического средства необходимо руководствоваться общими законами схематизации графических изображений в соответствии с педагогической концепцией визуальной грамотности, которая возникла в конце 60-х гг. XX в. в США. Эта концепция основывается на положениях о значимости визуального воспри-

ятия для человека в процессе познания мира и своего места в нем, ведущей роли образа в процессах восприятия и понимания, необходимости подготовки сознания человека к деятельности в условиях все более «визуализирующегося» мира и увеличения информационной нагрузки [21]. Упомянутые законы можно кратко выразить следующим образом.

1. В знаково-символическом средстве должна быть отражена самая основная, существенная информация.

На практике этот закон выражается в том, что при разработке ЗСН должны преувеличиваться отличительные признаки изображаемых предметов и явлений, а второстепенные, несущественные для темы данного урока признаки, упускаются. Это позволяет привлечь максимум внимания учащихся и направить процесс усвоения от произвольного к непроизвольному.

А.В. Теремовым предлагается перечень принципов, которыми необходимо руководствоваться при разработке знаково-символических средств. Первый закон схематизации, по нашему мнению, содержит в своём составе следующие из них.

1.1. Компактность (нельзя загромождать знаково-символическое средство второстепенными деталями).

1.2. Содержательность (в знаково-символическом средстве должна быть закодирована информация, необходимая для формирования и развития ведущих понятий по той или иной теме раздела).

2. Форма средств ЗСН должна быть по возможности максимально упрощённой.

В ходе разработки знаково-символических средств для уроков биологии данный закон реализуется путём использования простых геометрических фигур (круга, овала, квадрата, треугольника и т. д.). Так, например, при обозначении понятия «человек» нет необходимости старательно вырисовывать его контур (если, конечно, в контексте знаково-

символического средства не подразумеваются особенности морфологии тела человека, как на рис. 17), достаточно просто присоединить к кругу, который символизирует голову, прямую линию (тело), от которой отходят ещё 4 косых линии: руки и ноги (рис. 23).

Второй закон схематизации включает следующие принципы разработки ЗСН.

2.1. Ассоциативность (при разработке средств ЗСН должны использоваться привычные для учащихся стереотипы, ассоциации, цветовая символика, обуславливающие общую конвенциональность знаков и символов).

2.2. Доступность (средства ЗСН должны быть по возможности упрощёнными, а процесс их изображения не должен представлять большой сложности для любого учащегося).

2.3. Автономность (знаки и символы, которые передают самостоятельное сообщение, необходимо пространственно отделять друг от друга для облегчения восприятия информации).

2.4. Структурность (каждая автономная часть фрейма, алгоритма или карты памяти должна иметь чёткую структуру, которая задаётся логически связанными частями – блоками, слотами и т. д., содержащими знаки и символы).

2.5. Последовательность (информация, представленная в виде знаково-символических средств, должна быть разделена и сгруппирована для её последовательного восприятия и лучшей системности и систематичности усвоения).

3. При разработке ЗСН допускаются трансформация и повторение отдельных элементов, составляющих её как систему.

Третий закон схематизации включает следующие принципы разработки ЗСН.

3.1. Трансформность (путём внесения в знаково-символическое средство тех или иных незначительных графических модификаций его можно применять для характеристики различных систематических групп животных или описания ряда сходных биологических явлений).

3.2. Универсальность (некоторые знаки и символы универсальны и могут кодировать одинаковую информацию в разных темах определённого раздела школьной биологии, поэтому при необходимости возможно их повторение в составе других знаково-символических средств).

Создание дидактически эффективного средства ЗСН невозможно без соблюдения законов и принципов, перечисленных выше. Незнание этих правил педагогом или упущение некоторых из них ведут к резкому ухудшению эффективности учебной знаково-символической системы, от чего теряется интерес учащихся к ЗСН, живой и захватывающий урок превращается в нудную, ничем не обоснованную рутину.

Каждый биологический объект или явление при переводе в знаково-символическую форму будущего урока должны быть полностью раскрыты как внешне, так и внутренне с учётом каждой детали. Так, образ летящей птицы воспринимается на первом уровне глубины проникновения в него как внешнее описание этого образа (веретенообразное тело, крылья, небольшие лапы), на втором уровне – взаимодействие с окружающей средой (скорость полёта, обмен веществ, место в экологической нише), на третьем уровне воспринимаются процессы и явления, происходящие в системах организма птицы (напряжение и расслабление мышц, процессы пищеварения, ход газообмена в лёгких) и т. д. В общей сложности при описании какого-либо объекта в ходе разработки его визуальной модели В.М. Каганом предложено рассмотреть этот объект в пяти уровнях глубины. Перед тем как создать знаково-символическую модель какого-либо биологического объекта, для его демонстрации учителю или учащимся необходимо руководствоваться следующим алгоритмом выполнения знаково-символической деятельности (рис. 2).

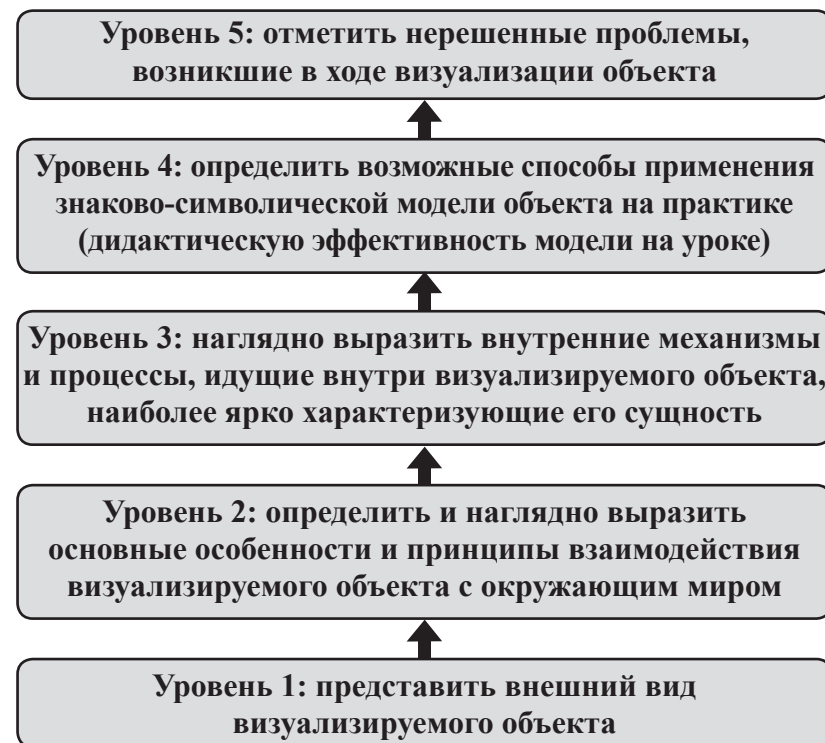


Рис. 2. Алгоритм, отображающий этапы знаково-символической деятельности учителя или учащегося в ходе разработки ЗСН

Таким образом, процесс знаково-символического моделирования учебной информации является неотъемлемой частью методики использования ЗСН на уроках биологии. При использовании знаково-символических средств любой педагог обязан прибегать к перечисленным выше законам и правилам визуализации.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие базовые элементы зрительных образов используются при разработке знаково-символических средств?

2. Перечислите и охарактеризуйте основные принципы, которыми необходимо руководствоваться при разработке знаково-символических средств.
3. Охарактеризуйте алгоритм, описывающий этапы знаково-символической деятельности. Каковы особенности визуализации биологических объектов и явлений на каждом из этапов?
4. Руководствуясь основными законами и принципами схематизации, попробуйте визуализировать понятия «млекопитающие», «покрытосеменные растения», «митоз».

§ 2. Методика применения знаково-символической наглядности на уроках биологии

По мнению большей части исследователей проблемы использования ЗСН в обучении биологии, методика применения знаковых символических средств на уроках характеризуется структурностью и должна состоять из определённых этапов, включающих совместную деятельность учителя и учащихся. По нашему мнению, порядок этих этапов должен быть следующим.

1. Выявление у учащихся уровня готовности к знаково-символической деятельности.
2. Обучение учащихся деятельности со знаково-символическими средствами.
3. Обучение предмету с использованием ЗСН.
4. Коррекция.

На первом этапе в классе необходимо провести тестирование, направленное на определение уровня сформированности семиотической функции сознания учащихся. Это обусловлено тем, что в школах при использовании той или иной методики или технологии учителя нередко сталкиваются с детьми, которые имеют незначительные отклонения в

развитии, вызывающие тем не менее определённые трудности в обучении. Не все учащиеся одинаково воспринимают информацию и способы деятельности при использовании учителем различных педагогических технологий, использование ЗСН не является исключением. Наши исследования эффективности ЗСН показали, что далеко не каждый ученик способен сразу и без определённых затруднений адаптироваться к подобному обучению, это в первую очередь обусловлено различным уровнем сформированности семиотической функции сознания учащихся. Данная психическая функция второй сигнальной системы отвечает за способность человека к осуществлению знаково-символической деятельности: замещению, кодировке, схематизации, моделированию информации, поступающей из окружающей реальности. Обычно только у 70 % учащихся в классе семиотическая функция развита должным образом, оставшиеся 30 % часто неверно идентифицируют информацию, которую несут в своём контексте знаково-символические средства. Естественно, что по прошествии некоторого времени эти учащиеся адаптируются и уже не отличаются от остальных, т. к. семиотическая функция подростков очень подвижна и хорошо развивается, однако если в классе более 20–30 % учеников имеют недостаточный уровень сформированности семиотической функции, могут возникнуть некоторые трудности, выраженные в больших затратах времени, умственным перенапряжением учащихся и т. д. Уровень сформированности семиотической функции подростков измеряется при помощи тестирования Дэвида Векслера (Приложение 1). Тест Векслера состоит из пяти невербальных субтестов, содержащих задания на шифровку информации, нахождение недостающих деталей в картине, определение последовательности картин, сложение фигур и т. п. [53]. Выполнение каждого субтеста оценивается в баллах с

их последующим переводом в унифицированные шкальные оценки, позволяющие анализировать разброс. Низкий количественный балл по одному или нескольким субтестам свидетельствует об определенном типе нарушений в развитии семиотической функции учащегося.

Второй этап методики применения ЗСН заключается в подготовке учащихся к знаково-символической деятельности. Как было отмечено выше, многие из учеников девятого класса, как правило, владеют элементарной символикой обозначения некоторых биологических понятий. Это позволяет ввести в учебный процесс систему знаково-символических средств, превращающих каждый отрезок урока в относительно завершённый этап, на котором можно более чётко отслеживать и контролировать процесс усвоения учебной информации и способов деятельности, а при необходимости вновь вернуться к определённой отрезку урока. На втором этапе проходит обучение учащихся шифровке и дешифровке, схематизации и моделированию. Другими словами, класс должен научиться правильно понимать и оформлять ЗСН по теме урока. Учащиеся постепенно знакомятся с символикой, цветовыми ассоциациями, аббревиатурами, обозначениями, приёмами логического схематизирования и т. п., осваивают относительно новый для них метод изложения полученной информации в виде её знаково-символических моделей. Основные принципы схематизации описаны в предыдущем параграфе. Этап обучения частично связан с самостоятельной работой учеников; они должны осваивать изложение небольших порций изучаемого материала в виде знаков и символов искусственного языка, группировать эти знаки и символы во фреймовые, алгоритмические структуры и карты памяти.

На третьем этапе учащиеся уже вполне самостоятельно изучают материал с использованием знаково-символических

средств, у них формируются навыки вычленения из полученной информации главного, а также визуального оформления текстового материала. ЗСН позволяет работать как с небольшими группами учащихся, так и фронтально, при этом соблюдается дозированный уровень требований для решения учебных задач. ЗСН может использоваться на любом из этапов урока, а также во внеурочных формах обучения биологии. Наиболее часто знаково-символические средства применяют на этапах изучения новой темы и повторения. Это обусловлено их высокой информационной насыщенностью и ассоциативностью, позволяющими развивать у учащихся логическое мышление и различные виды памяти. А.В. Теремов предлагает несколько вариантов применения ЗСН в зависимости от сотерапии с ними средств натуральной и классической изобразительной биологической наглядности.

1. ЗСН вводится на первом уроке по теме. Далее происходит наращивание знаний учащихся путём традиционных средств наглядного обучения.

2. ЗСН используется поэтапно на отдельных уроках по теме как дополнение к традиционным средствам наглядного обучения.

На примере объяснения нового материала по теме урока «Природные ресурсы и их использование» учебника С.Г. Мамонтова «Биология. Общие закономерности. 9 кл.» раскроем методику применения ЗСН в обучении биологии. Изложение нового материала условно разбивается на 3–4 дозированных этапа с обязательной постановкой учебных задач и путей их решения.

Первый этап изучения нового материала

Цель: Изучить типы природных ресурсов и особенности их использования.

Педагогические задачи:

– совершенствование памяти и внимания при помощи деятельности со средствами ЗСН;

– развитие логического мышления через умение применять полученные ЗУНы в знакомой (стереотипной) ситуации;

– увеличение словарного запаса и визуальной грамотности при помощи взаимообучения в ходе проверки первичного понимания и закрепления материала.

Урок начинается с изложения учителем нового материала, с рассказа об основных видах природных ресурсов, об их классификации на основе критерия возобновимости и невозобновимости. Параллельно со своим рассказом учитель рисует на доске первый слот проблемного фрейма (рис. 32), где излагаемая информация представлена в знаково-символической форме. В ходе подобной деятельности желательнее изображать на доске только 50 % материала урока, оставшаяся часть фрейма дорисовывается позже, вместе с учащимися в ходе первичной проверки понимания изложенного материала. Данная особенность методики открывает возможность для реализации психологического эффекта Б. Зейгарник, или эффекта незавершённого действия, позволяющего значительно улучшить качество усвоения материала. Совместно со средствами ЗСН демонстрируется классическая изобразительная наглядность (фотографии мест добычи природных ресурсов), тем самым осуществляются коррекция неверных представлений, работа над зрительными образами.

Второй этап изучения нового материала

Цель: Изучить проблему неконтролируемого использования природных ресурсов.

Педагогическая задача:

– развитие абстрактного мышления, внимания, памяти в ходе дальнейшего изображения проблемного фрейма.

Второй этап начинается только тогда, когда показатель реальных знаний устраивает не только учителя, но и учащихся. На данном этапе совместно с классом заполняется второй слот фрейма (рис. 32). Последующее изложение материала урока увязывается с предыдущим при помощи проблемной ситуации. Помимо ЗСН, используется натуральная наглядность (коллекции продуктов перегонки нефти и др. природных ископаемых). Описание процесса создания проблемной ситуации приведено ниже.

До недавнего времени человечество не задумывалось о рациональном использовании природных ресурсов. Из недр земли в огромных количествах изымались нефть и газ, а продукты их горения тысячами тонн выбрасывались в атмосферу. В середине XX века учёными была установлена шокирующая статистика: при современных объёмах добычи последняя нефть будет выкачана через 50 лет, каменный уголь закончится через, а природный газ через ... лет.

После создания проблемной ситуации, обсуждения проблемы рационального использования природных ресурсов учащимся предлагается заполнить второй слот фрейма (рис. 32), визуально отображающий проблему, обозначенную учителем. Таким образом, осуществляется первичное закрепление знаний на этом этапе.

Третий этап изучения нового материала

Цель: Установить возможные пути решения проблемы рационального использования природных ресурсов.

Педагогическая задача:

– развитие внимания, зрительной памяти, абстрактного мышления в ходе самостоятельного оформления заключительного слота фрейма.

Учащиеся читают соответствующий материал учебника, после чего начинается обсуждение возможных путей решения экологических проблем. Этап завершается заполне-

нием третьего слота фрейма, в котором закодирована информация о решении проблемы, возникшей на уроке. Заполнение заключительного слота осуществляется самостоятельно. После завершения работы классу демонстрируется вариант заполнения третьего слота фрейма, сделанный учителем (рис. 32).

Закрепление изученного на уроке

На этом этапе фрейм заполнен полностью, что позволяет учащимся собрать воедино всю информацию, полученную на уроке. При помощи готового фрейма проводятся обобщение, коррекция и систематизация полученных знаний, формулируется вывод. В начале следующего урока фрейм демонстрируется снова, тем самым осуществляется вторичное закрепление и повторение пройденного материала.

Часто случается так, что для классов, разных по успеваемости и другим дидактическим показателям, требуются разные знаково-символические средства. Целесообразно поделить класс на группы по уровню подготовки и сходным психологическим параметрам, не исключается и желание учащихся объединяться в группы по отношениям. На первых уроках, как отмечалось выше, учитель объясняет группам приёмы работы со знаково-символическими средствами и порядок этапного контроля. Группа не может продолжать обучение, пока все её члены не сдадут этапный контроль.

Применяя систему ЗСН, учитель должен в первую очередь стремиться дать каждому ученику определенный объём ЗУН, знаковые средства при этом ни в коем случае не являются основной целью его педагогической деятельности. Также не рекомендуется использовать на уроках исключительно ЗСН и пренебрегать классическими изобразительными и натуральными средствами. Это в первую очередь

противоречит «золотому правилу дидактики» и сделает уроки однообразными и серыми. ЗСН – лишь дополнение, своего рода «изюминка», с помощью которой можно дополнить и немного обогатить процесс обучения. Вместе с тем данная методика, безусловно, помогает научить всех и каждого, развивает личность ребёнка, позволяет не вкладывать в голову ученика готовые знания, а приучать самостоятельно вычленять главное, анализировать и систематизировать любой учебный материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Из каких этапов складывается методика использования ЗСН при обучении биологии?
2. Как следует совмещать использование знаково-символической и традиционной наглядности на уроке?
3. Дайте общую характеристику методике использования ЗСН в обучении биологии. Каковы её отличительные особенности?

Глава 3. Система средств знаково-символической наглядности для раздела «Общие биологические закономерности» (9 класс)

Идеографическая структура «Основные свойства живых организмов» (рис. 3) отражает характерные черты живой материи: всё живое размножается (крайний верхний левый блок); все живые организмы обладают наследственностью (блок в верхнем ряду, расположенный посередине), живые организмы приспособлены к определённой среде обитания (крайний верхний правый блок); живые организмы развиваются (крайний нижний левый блок); все живые организмы представляют собой «открытые системы», устойчивые лишь при условии непрерывного поступления в них энергии, и вещества из окружающей среды (крайний нижний правый блок), которые в своей сумме характеризуют общий смысл понятия «жизнь».

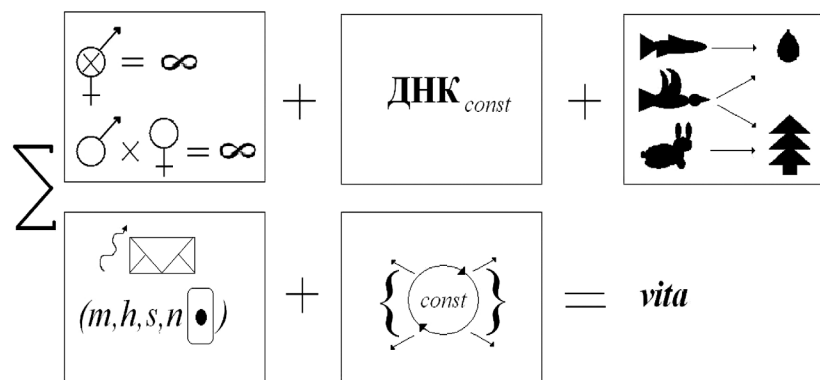


Рис. 3. Идеографическая структура
«Основные свойства живых организмов»

Карта памяти «Развитие биологии в додарвиновский период» (рис. 4) содержит информацию об основных этапах развития биологической науки до создания Ч. Дарвином теории эволюции живых организмов. Первичные научные сведения о живой природе были собраны древнегреческим мыслителем Аристотелем, описавшим более 500 видов и расположившим их в определённом порядке: от просто устроенных к всё более сложным. Работа по описанию животных и растений продолжилась К. Линнеем во времена позднего Средневековья. Им было описано более 8 000 видов, установлены единообразная терминология и двойная номенклатура описания видов. Как и Аристотель, он положил в основу своей классификации принцип соподчинённости таксонов. Линней считал, что все виды живых организмов созданы творцом независимо друг от друга и остаются неизменными, поэтому их эволюция невозможна. Первым учёным эпохи Возрождения, создавшим эволюционную теорию, был Ж.Б. Ламарк. Им было выделено 10 классов беспозвоночных и 5 классов позвоночных животных, которые он объединил в естественную систему классификации на основе принципов историзма и градации. Ламарк считал, что из-за постоянного стремления организмов к совершенствованию, прямого влияния внешней среды, изменяющей организм в течение жизни, виды постоянно изменяются и превращаются друг в друга, что, в принципе, отрицает их существование, но доказывает наличие в живой природе эволюционного процесса. Труды каждого из упомянутых учёных послужили основой для создания Ч. Дарвином теории о происхождении видов на земле и исторически связаны с ней.



Рис. 4. Карта памяти «Развитие биологии в додарвиновский период»

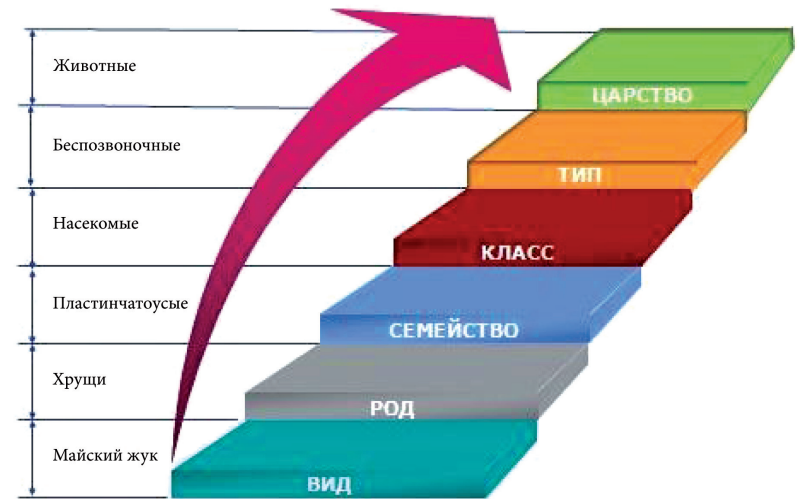


Рис. 5. Схема «Лестница современной систематики»

Фрейм «Искусственный отбор» (рис. 6) раскрывает особенности механизма эволюционного процесса в практике сельского хозяйства. В слоте «Сущность механизма отбора» (оранжевый цвет) закодировано определение понятия «искусственный отбор»: процесс создания новых пород животных и сортов культурных растений путём систематического отбора человеком особей с определёнными, ценными для него признаками. Результатом отбора (слот белого цвета) являются молочные и мясные породы крупнорогатого скота, тонкорунные овцы, породы кур, отличающиеся хорошей яйценоскостью, морозоустойчивые сорта плодово-ягодных культур и т. п. В селекции выделяют два вида искусственного отбора, сущность которых отражена в слоте «Виды отбора» (жёлтый цвет). Это индивидуальный отбор, который сводится к выделению отдельных особей и получению от них потомства (сверху), и массовый отбор, при котором в посеве сохраняют только растения с нужными качествами, а остальные уничтожаются (снизу).

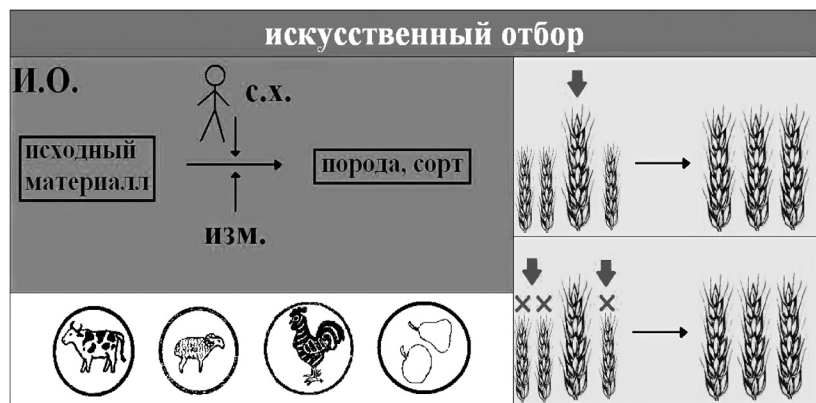


Рис. 6. Фрейм «Искусственный отбор»

Фрейм «Естественный отбор» (рис. 7) содержит информацию о движущей силе изменения видов в дикой природе – естественном отборе. В слоте «Сущность механизма отбора» (оранжевый цвет) закодировано определение понятия «искусственный отбор»: процесс избирательного уничтожения одних особей и преимущественного выживания других, дающих начало новым биологическим подвидам, а затем видам под воздействием изменчивости. Избирательное уничтожение особей (исходного материала) осуществляется в результате межвидовой и внутривидовой борьбы за существование (Б. З. С.), а также борьбы с неблагоприятными условиями внешней среды: слишком высокой или низкой температурой, солнечной инсоляцией, засухами и т. п. Результатом естественного отбора (слот белого цвета) является огромное разнообразие всех видов живых организмов в дикой природе. Существует три вида естественного отбора, сущность которых отражена в слоте «Виды отбора» (жёлтый цвет). Это движущий отбор (Д. О.), который способствует сдвигу среднего значения признака или свойства под действием изменения условий внешней среды, и приводит к появлению новой формы вместо старой; стабилизирующий отбор (С. О.) действует в постоянных

условиях среды. Так, у насекомоопыляемых растений цветки должны соответствовать строению и размерам тела насекомых-опылителей, цветки мутантных растений, не вполне соответствующие строению опылителей, не образуют семян; половой отбор (П. О.) представляет собой конкуренцию самцов за возможность продолжить род. Самка выбирает только одного, наиболее сильного и здорового самца.

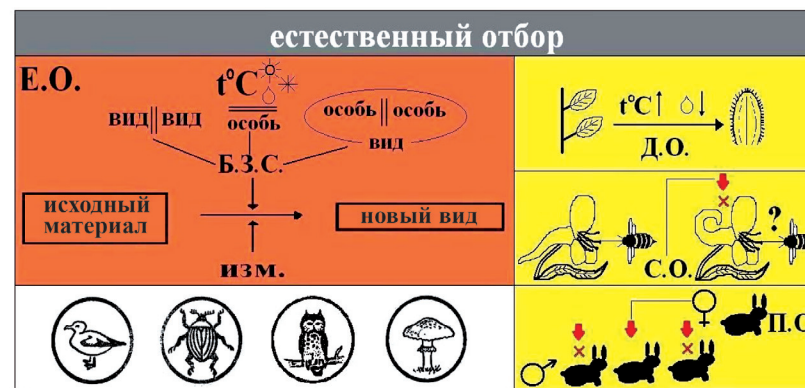


Рис. 7 Фрейм «Естественный отбор»



Рис. 8. Действие естественного отбора

Кластер «Приспособленность организмов к условиям внешней среды как результат естественного отбора» (рис. 9) демонстрирует различные приспособительные особенности живых организмов к условиям среды обитания. Так, без физиологических адаптаций, например, постоянной температуры тела у млекопитающих, невозможно поддержание устойчивого обмена веществ в организме в постоянно колеблющихся условиях внешней среды (левый верхний блок кластера). Помимо физиологических адаптаций, у животных приспособительной является и форма тела (правый верхний блок). Кроме этого, средством защиты от врагов являются различные типы окраски животных: предупреждающая (многие осы, будучи ядовитыми, имеют яркую жёлто-чёрную окраску и чёткий узор на теле), покровительственная (истинные мастера маскировки – каракатицы, они могут полностью менять окраску, становясь подобными рисунку на шахматной доске); мимикрия (некоторые виды двукрылых в процессе эволюции приобрели внешний вид, подобный таковому у ядовитых перепончатокрылых, хотя сами ядовитыми не являются). Поведение также является приспособительной особенностью организмов к внешним условиям среды. Выделяют следующие варианты приспособительного поведения: затаивание (гусеницы некоторых чешуекрылых могут вытягиваться по прямой линии и часами сидеть без движения, имитируя маленькую веточку); демонстративное поведение (многие жесткокрылые при приближении хищника притворяются мёртвыми); отпугивающее поведение (многие бабочки из рода бражников имеют на задней паре крыльев яркий рисунок, напоминающий глаза крупного животного, вблизи от хищника бражник поднимает верхние крылья, демонстрируя рисунок на нижних, тем самым отпугивая хищника); ночная активность (в пустынях для многих видов время наибольшей активности – ночь, когда спадает зной и спит большинство хищников).

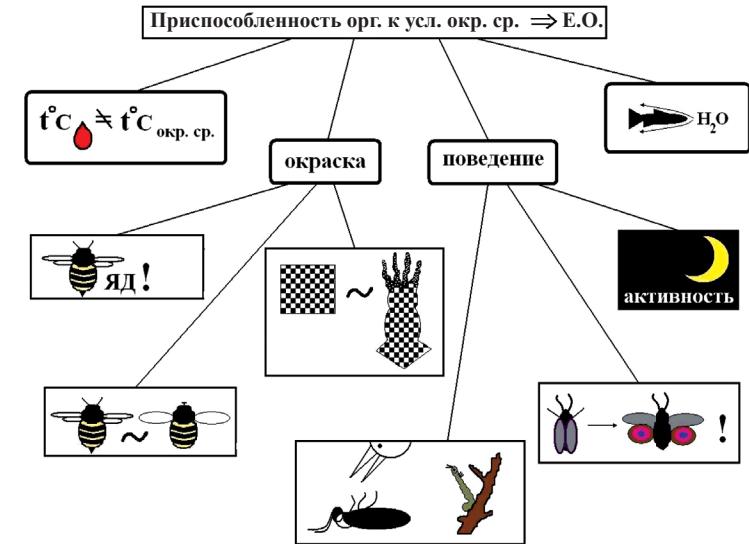


Рис. 9. Кластер «Приспособленность организмов к условиям внешней среды как результат естественного отбора»

Карта памяти «Основные характеристики вида» (рис. 10) содержит информацию о виде как биологической категории, имеющей специфические свойства и характеристики, а также процессе появления новых видов живых организмов. Одна из важных характеристик вида – его репродуктивная изоляция. Репродуктивная изоляция достигается разными путями. У близких видов часто не совпадают сроки размножения, две популяции одного вида могут быть отделены друг от друга географически (горными цепями или водными бассейнами), из-за чего генетические изменения, произошедшие в этих популяциях за период изоляции, могут настолько изменить генотип особей в популяциях, что их скрещивание станет невозможным. Главной характеристикой вида является его популяционная структура. Популяция – элементарная единица эволюции, совокупность особей данного вида, занимающих определённый участок территории в пределах ареала вида. Таким образом, вид складывается из множества еди-

нообразных популяций и существует только в виде популяций, в которых особи свободно скрещиваются между собой. Вид обладает целостностью. Особи, принадлежащие к определённому виду, не могут иметь потомства с представителями других видов. Межвидовые скрещивания возможны, однако потомство от таких скрещиваний обычно бесплодно, что хорошо иллюстрирует пример скрещивания осла и лошади, в результате которого мулы во втором поколении потомства не имеют. Новые виды образуются в результате микроэволюции, процесса изменения популяций в ходе естественного отбора, открытого русским учёным С.С. Четвериковым. В результате репродуктивной изоляции в популяциях увеличивается количество мутаций по рецессивному признаку, которые при определённых условиях ведут к появлению новых признаков и соответственно новых видов в процессе естественного отбора.

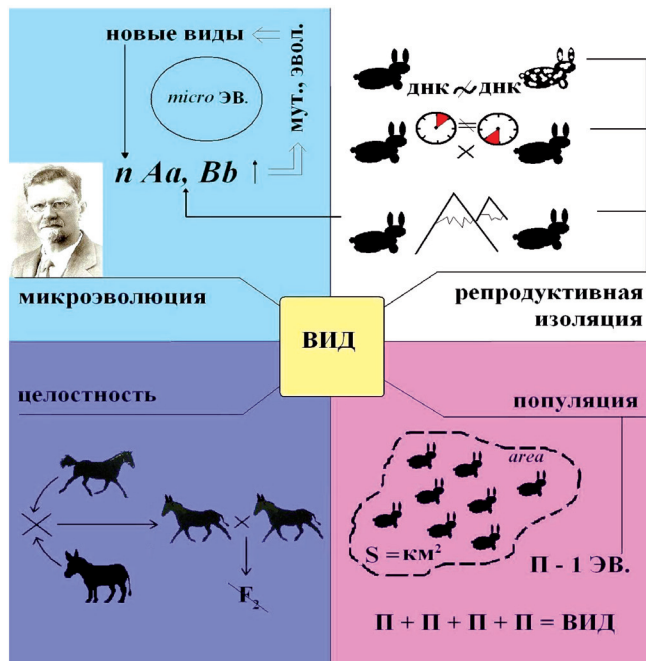


Рис. 10. Карта памяти «Основные характеристики вида»

Кластер «Макроэволюция. Биологические последствия адаптации» (рис. 11) раскрывает особенности процесса эволюции крупных систематических групп в результате приобретения популяциями и видами разнообразных приспособлений к определенной среде обитания. Макроэволюция – необратимый процесс, после изменений, произошедших в популяции, особи уже никогда не вернутся к первоначальному состоянию. Макроэволюция может идти как в сторону усложнения организма, т. е. развития новых систем органов, увеличения числа видов в роде или семействе (биологический прогресс), так и упрощению устройства организма: утрате органов, уменьшению численности, сокращению ареала (биологический регресс), которые чреваты опасностью вымирания. Однако биологический регресс далеко не всегда ведёт к фатальным последствиям, многие роды и даже семейства живых организмов сформировались благодаря именно регрессу (например, паразитические черви). Данное эволюционное направление названо общей дегенерацией и является проявлением биологического регресса. Ароморфоз (от греч. *αιρο* – поднимаю, *морфа* – форма) – направление макроэволюции, противоположное общей дегенерации и ведущее к биологическому прогрессу. В результате ароморфоза происходят усложнение анатомии и морфологии организма, появление новых органов и покровов, увеличение отделов в головном мозге, камер в сердце и т. п. Ароморфозы происходят с целыми классами, а иногда даже типами живых организмов. Так, в результате ароморфозов появились классы земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Помимо ароморфоза, проявлением биологического прогресса является идеоадаптация (от греч. *αδανπατια* – приспособление) – приспособление к специальным условиям среды. Поскольку каждый вид организмов живёт в определённых местобитаниях, у него вырабатываются приспособления именно к этим условиям. Проявлением идеоадаптации в её крайней степени является специализация. Так, у вьюрков, живущих изоли-

рованно друг от друга, изменяется устройство клювов в зависимости от типа пищи, которой они питаются. По прошествии некоторого времени эти птицы изменяются настолько, что становятся мало похожими на свою предковую форму. Примерами специализации также является появление копытных конечностей у крота и уплощённый хвост у бобра. Процесс макроэволюции подчиняется закономерностям дивергенции и конвергенции. Дивергенция (от лат. *divergo* – отклоняюсь) – процесс расхождения признаков организмов, возникших от общего предка, в ходе их приспособления к разным условиям обитания. Конвергенция (от лат. *convergo* – приближаюсь) – процесс, при котором в одинаковых условиях существования внешние органы животных, относящихся к разным систематическим группам, могут приобретать сходное строение, хотя они и не являются подобными в эволюционном плане.

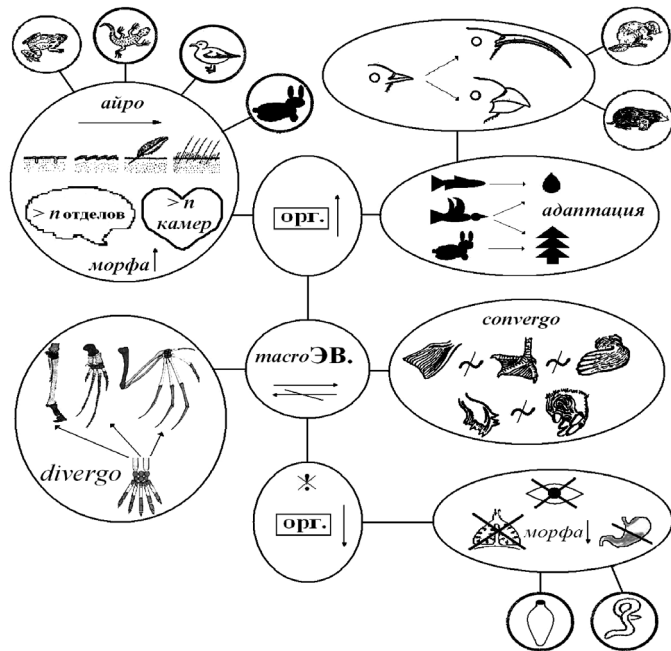


Рис. 11. Кластер «Макроэволюция. Биологические последствия адаптации»

Алгоритм «Возникновение жизни на Земле и начальные этапы развития жизни» (рис. 11) отражает особенности процесса появления живых организмов на планете Земля в соответствии с современными представлениями биологической науки. Алгоритм составлен из последовательно расположенных блоков, в каждом из которых закодирована информация о событиях, связанных с возникновением живой материи. На первых этапах формирования Земли её атмосфера состояла из свободного водорода и других неорганических соединений (левый верхний блок). Компоненты газовой оболочки нашей планеты подвергались воздействию высокой температуры в области грозных разрядов, в результате простейшие компоненты атмосферы вступали во взаимодействие, возникали молекулы органических соединений (следующий блок). При наличии органики в водах первичного океана молекулы различных веществ образовывали мультимолекулярные комплексы – коацерваты. Появление биологической мембраны предопределило появление первых клеточных организмов (правый верхний блок). Развитие и усложнение одноклеточных прокариотов привели к появлению мембраны вокруг их наследственного материала, другими словами, появлению эукариотических организмов. Первичные эукариоты питались готовыми органическими веществами (правый блок во втором ряду). Из увеличения количества гетеротрофов в водах первичного океана оставалось всё меньше органики, что подтолкнуло живые организмы к приобретению способности использовать для синтеза органических веществ неорганические и энергию света. Так возникли первые фотосинтезирующие или автотрофные организмы (левый блок во втором ряду), позже давшие начало растениям. Свободный кислород, который они выделяли в атмосферу, стал причиной возникновения аэробных организмов. Большая часть гетеротрофов не изменила типа своего питания и в процессе эволюции дала начало животным.

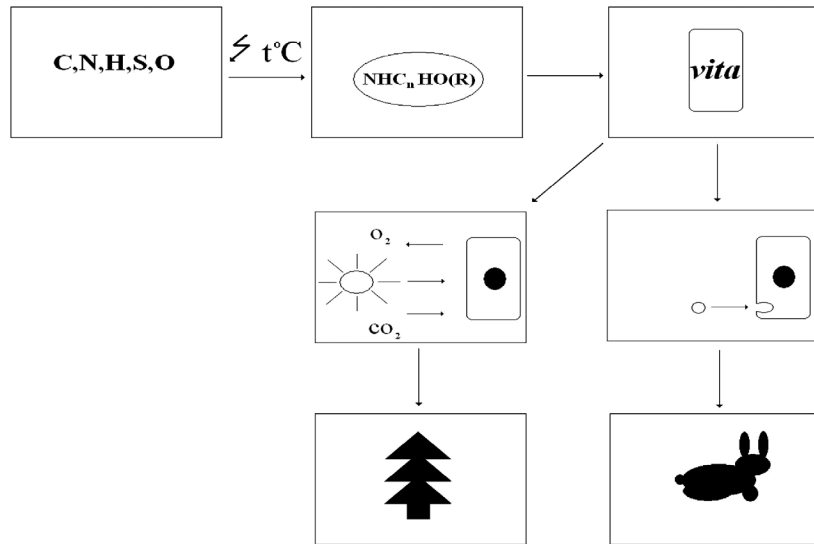


Рис. 12. Алгоритм «Возникновение жизни на Земле и начальные этапы развития жизни»

Фрейм «Развитие жизни на Земле. Архей. Протерозой» (рис. 13) содержит информацию об основных событиях, связанных с развитием живых организмов в архейскую и протерозойскую эры. Архейскую эру, которая началась 3 млрд. 500 млн. лет назад и продолжалась 900 млн. лет, называют эрой скрытой жизни, т. к. за пределами океана, покрывавшего на то время всю планету, жизнь на Земле не существовала. В начале архея возникли первые анаэробные прокариоты (левая часть слота, окрашенного в белый цвет). Важнейшее событие архея – появление автотрофных организмов, произошло примерно 2 млрд. 500 млн. л. н., 100 млн. л. спустя, появились первые эукариоты. 2 млрд. 700 млн. л. н. на границе архейской и протерозойской эр произошло ещё два крупных эволюционных события: появились многоклеточные организмы (примитивные водоросли, губки, реснитчатые черви), а также половое размножение.

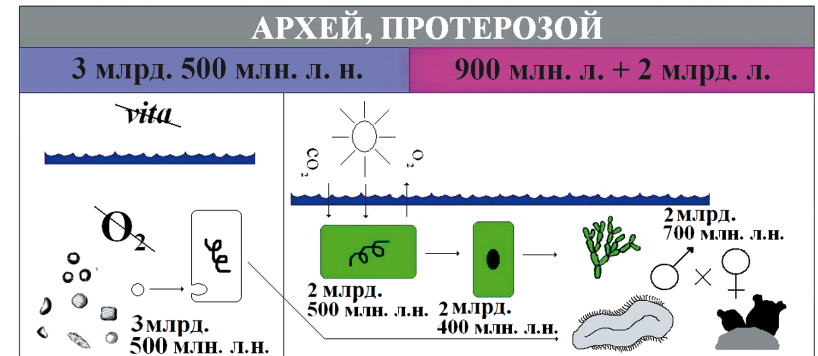


Рис. 13. Фрейм «Развитие жизни на Земле. Архей. Протерозой»

Фрейм «Развитие жизни на Земле. Палеозой» (рис. 14) содержит информацию об основных событиях, связанных с развитием живых организмов в палеозойскую эру. Палеозойская эра началась 540 млн. лет назад и длилась 250 млн. лет. В этот отрезок времени уровень океана значительно понизился, открылись участки суши, что позволило растениям и животным выйти в новую среду обитания. Первые наземные растения – псилофиты появились по берегам водоёмов 390 млн. л. н. Оптимальная влажность воздуха и тёплый климат как нельзя лучше подходили для них. С течением времени псилофиты дали начало саговникам и папоротникам, от которых позже произошли первые голосеменные. Интенсивный прирост фитомассы, постоянное отмирание древних папоротников, хвощей и плаунов привели к увеличению толщины почвенного слоя, а через миллионы лет останки древних растений стали залежами каменного угля. Одновременно с растениями к жизни вне воды приспособляются и членистоногие, появляются первые наземные насекомые, потомки древних морских ракообразных. В середине палеозойской эры (385 млн. лет назад) на сушу выходят позвоночные. Этот выход был обусловлен рядом ароморфозов, возникших у рыб, живущих в мелких

пресных, часто пересыхающих водоёмах. После появления у рыб парных конечностей – плавников и ротового аппарата – они разделяются на костистых и хрящевых. Идиоадаптация, возникшая у ряда костистых рыб, связанная с появлением ходильных плавников, дала начало группе кистепёрых рыб. Данная идиоадаптация, а также крупные ароморфозы, связанные с увеличением камер в сердце и появлением лёгких, послужили возникновению класса земноводных – первых наземных позвоночных палеозоя – стегоцефалов. В связи с уменьшением влажности воздуха и другими климатическими переменами у земноводных также происходили метаморфозы (кожа утратила железы и стала сухой и чешуйчатой, зародыши развивались не в икринках в воде, а в яйцах на суше, развилась мускулатура конечностей), что послужило толчком к возникновению класса пресмыкающихся 230 млн. лет назад.



Рис. 14. Фрейм «Развитие жизни на Земле. Палеозой»

Фрейм «Развитие жизни на Земле. Мезозой» (рис. 15) содержит информацию об основных событиях, связанных с развитием живых организмов в мезозойскую эру. Мезозойская эра началась 240 млн. лет назад и длилась 185 млн. лет. В этот период времени на земле шли интенсивные горообразовательные процессы, повысилась температура воздуха.

Среди растений господствующее положение занимали голосеменные, от которых 150 млн. лет назад произошли первые цветковые растения. Это событие ознаменовалось появлением у последних плодового тела, надёжно защищавшего семя от неблагоприятных факторов среды, а также перекрёстного опыления. Параллельно с эволюцией растений шла эволюция насекомых-опылителей. Расцвета достигли пресмыкающиеся, количество видов которых во времена мезозоя было максимальным за всю историю Земли. Пресмыкающиеся расселились по всей планете, захватили все среды обитания, появились летающие и плавающие ящеры. Огромных размеров достигали травоядные и хищные динозавры. 2000 млн. лет назад пресмыкающиеся дали начало классу птицы. Появление птиц сопровождалось рядом ароморфозов: увеличилось количество сердечных камер, появилась теплокровность, изменились покровы тела, чешуйки преобразовались в перья. Вслед за птицами, 180 млн. лет назад, в конце мезозойской эры появились млекопитающие. Возникновение этого класса также связано с рядом крупных ароморфозов, развившихся у представителей одного из подклассов рептилий. К ним относятся: образование волосяного покрова и четырёхкамерного сердца, живорождение, вскармливание детёнышей молоком, усложнение строения головного мозга.

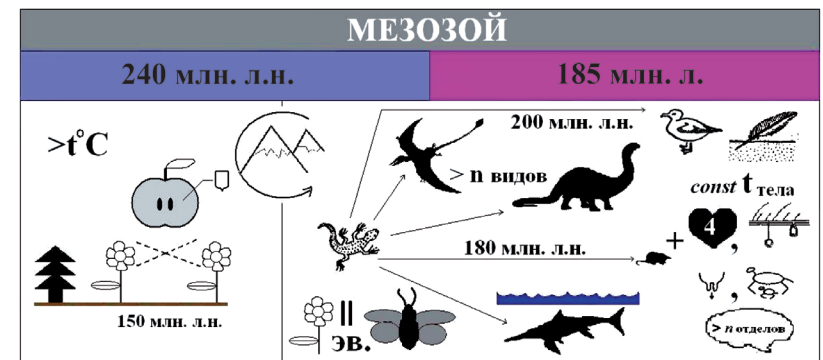


Рис. 15. Фрейм «Развитие жизни на Земле. Палеозой»

Фрейм «Развитие жизни на Земле. Кайнозой» (рис. 16) содержит информацию об основных событиях, связанных с развитием живых организмов в кайнозойскую эру. Кайнозойская эра началась 65 млн. лет назад и длится до сих пор. В начале кайнозоя завершается горообразование. 2–3 млн. лет назад наступает оледенение, вымирает теплолюбивая растительность. На севере преобладают хвойные, на юге – растительность тёплого, умеренного климата. На больших территориях леса сменяются степью и полупустыней. Развитие животного мира в кайнозой характеризовалось дифференциацией класса млекопитающие и резким увеличением количества видов. От древних насекомоядных произошли первые хищные, приматы, а позже копытные звери. Одна из групп обезьян стала родоначальницей рода Человек. В связи с понижением уровня моря материка приобрели современные очертания, обнажились сухопутные мосты, по которым виды начали мигрировать на другие континенты. Миграция и широкое расселение млекопитающих привели к увеличению их видоразнообразия.

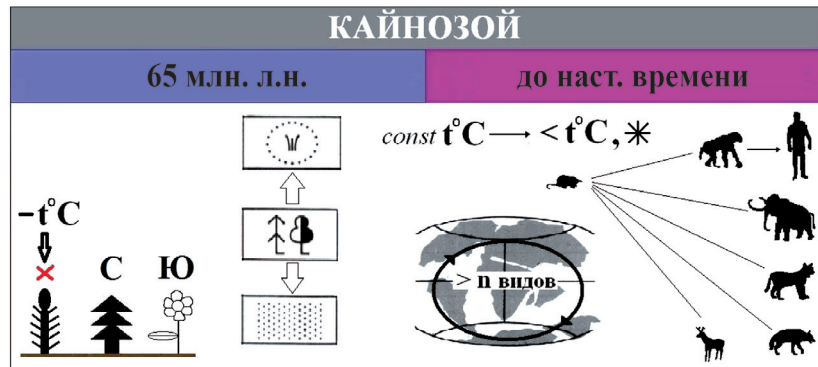


Рис. 16. Фрейм «Развитие жизни на Земле. Кайнозой»

Кластер «Происхождение человека» (рис. 17) отображает основные этапы эволюции человека, его историческое становление на протяжении длительного времени, от примитивных приматов до современного человека. Около 30 млн. лет назад в результате эволюции насекомоядных животных на Земле появились первые приматы – адапиды. От них произошли гиббоны, орангутаны и вымершие впоследствии древесные обезьяны дриопитеки. 12 млн. лет назад дриопитеки дали три ветви, которые привели к шимпанзе, горилле и древнейшему человеку – австралопитеку. Австралопитеки имели рост 120–150 см и массу 20–50 кг. Масса мозга австралопитека достигала 550 г. 2 млн. лет назад от австралопитеков произошли древнейшие люди, гораздо ближе стоящие к человеку – люди умелые, они умели обрабатывать гальку с целью изготовления деревянных копий и копательных палок. При равных с австралопитеком массе тела и росте, масса мозга человека умелого была больше на 100 г. 200 тыс. лет назад на смену древнейшим людям пришли древние люди – неандертальцы. От вымершего к тому времени человека умелого неандертальцы отличались более высоким ростом (170 см) и массой (90 кг). Масса мозга неандертальца достигала полутора килограммов. Они умели пользоваться огнём, жили в пещерах или строили прочные жилища. Последним этапом в эволюции человека является появление вида человек разумный 40 000 лет назад. Современный человек выше неандертальца, однако значительно уступает ему по массе тела. Мозг человека разумного тяжелее, чем у его предков, его масса равна 1800 г.

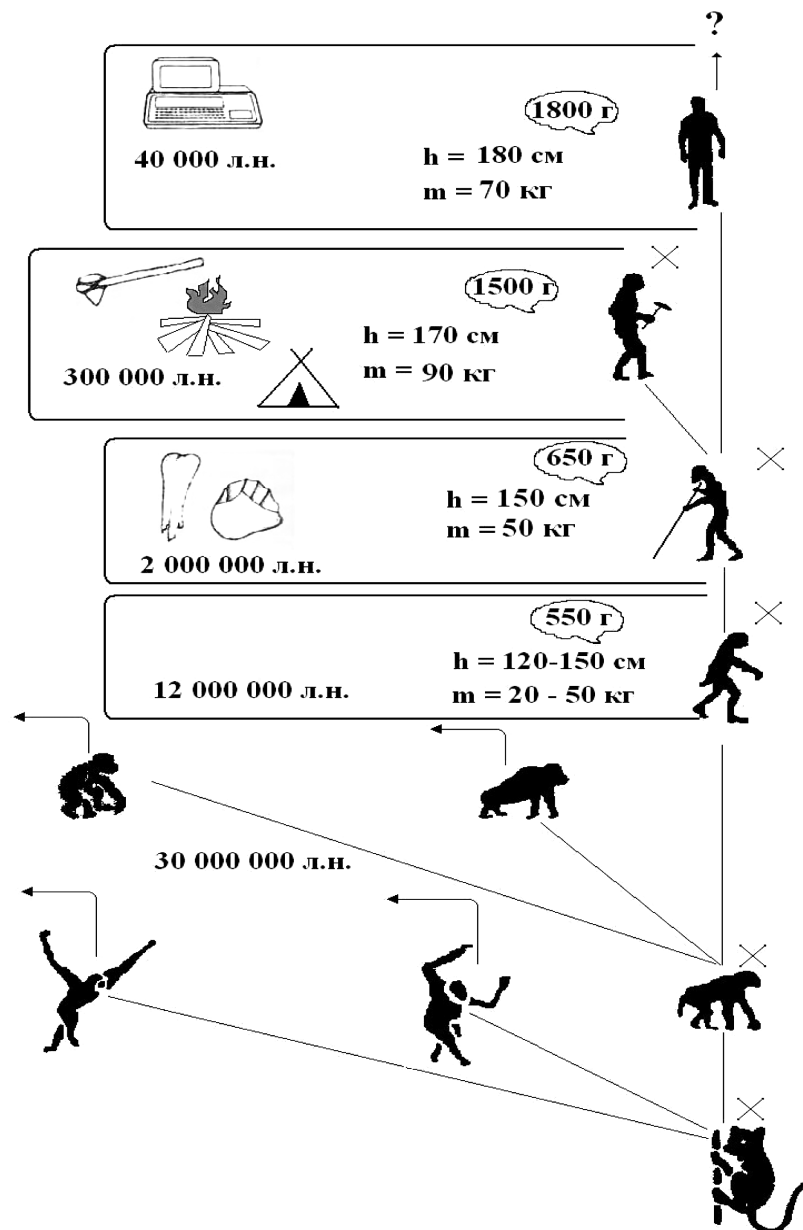


Рис. 17. Кластер «Происхождение человека»

Карта памяти «Неорганические вещества, входящие в состав клетки» (рис. 18) содержит информацию об основных типах неорганических веществ, входящих в состав клетки, их функциях и взаимосвязях. В общей сумме в состав клетки входит около 80 химических элементов, встречающихся в неживой природе. Роль в клетке 24 из них известна, функция оставшихся 56 является загадкой, ответ на которую только предстоит найти. Около 98 % от всего химического состава клетки образуют макроэлементы: водород, кислород, углерод, азот. Это основные элементы клетки. Водород и кислород входят в состав воды – главного клеточного вещества, вода, углерод, азот вместе с серой и фосфором являются незаменимыми компонентами в составе молекул органических веществ. Все остальные элементы: железо, цинк, медь, кальций, фосфор, натрий и некоторые другие называют микроэлементами, они составляют 2 % от массы клетки и выполняют в ней самые разнообразные функции. Железо входит в состав гемоглобина – белка эритроцитов и тем самым участвует в переносе кислорода кровью. Цинк и медь входят в состав ряда ферментов, участвующих в гормональной регуляции организма. Кальций и фосфор принимают участие в формировании костной ткани. Благодаря натрию в составе клеточной мембраны осуществляются транспорт в клетку необходимых веществ и удаление ненужных. Кобальт участвует в построении молекул нуклеиновых кислот. Самое распространённое неорганическое соединение в живых организмах – вода, она составляет 80 % массы клетки. Благодаря воде осуществляются процессы гидролиза и растворения веществ в цитоплазме, а хорошая теплоёмкость воды способствует поддержанию постоянной температуры внутри клетки. Большая часть неорганических веществ клетки находится в виде минеральных солей, концентрация которых составляет 5–10 %. Минеральные соли и анионы обеспечивают способность клетки поддерживать слабощелочную реакцию содержимого – клеточную буферность.

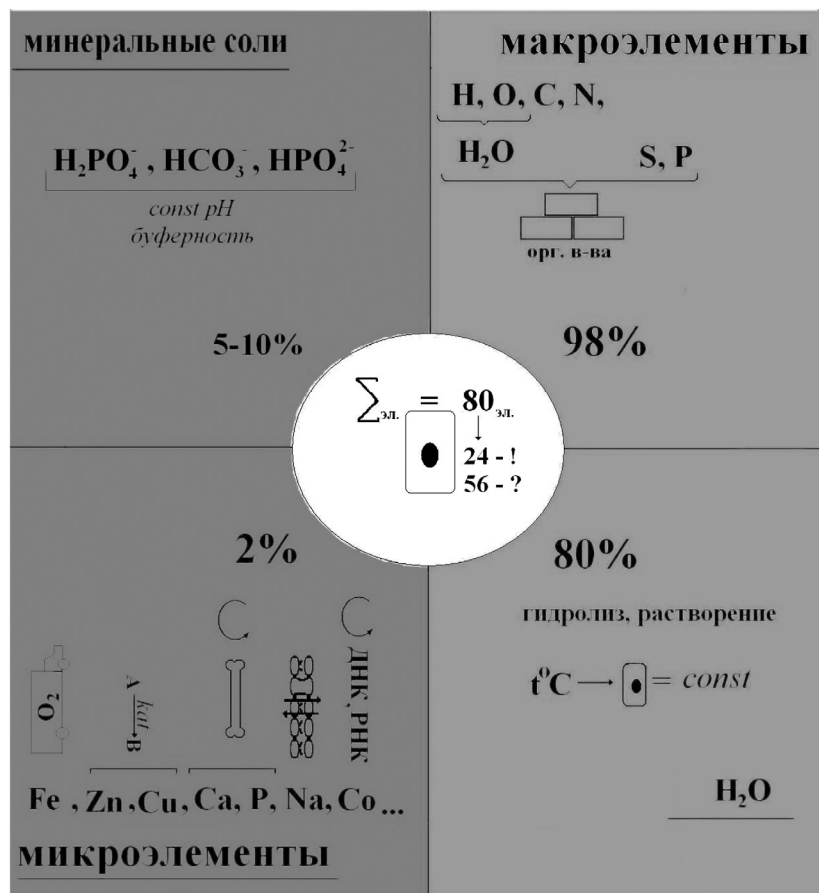


Рис. 18. Карта памяти «Неорганические вещества, входящие в состав клетки»

Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Белки» (рис. 19) содержит информацию о белковых соединениях, входящих в состав клетки, их строении, клеточной функции, примерах продуктов питания и органов живых организмов с содержанием большого количества белка. Белки – сложные органические соединения, имеющие в своём химическом составе, помимо углерода, водорода и кисло-

рода, молекулы азота и радикалы (слот темно-зеленого цвета, отображающий химическую формулу биополимера). Эти вещества нерастворимы в воде (слот голубого цвета), иначе называются протеинами. Будучи биологическими полимерами, белки слагаются из множества соединенных между собой мономеров. Мономерами белков являются нуклеиновые кислоты. В организме человека встречается около 5 млн. белковых молекул ($2 \cdot 10^{18}$), такое разнообразие обеспечивается суммой всего лишь 20 различных аминокислот, различающихся порядком чередования. В большой концентрации белки содержатся в продуктах питания животного происхождения: яйцах (альбумин), молоке (казеин), мясе (миозин). В животной клетке содержится до 50–80 % белка. Функции белков в клетке довольно разнообразны: это строительная, защитная, энергетическая, каталитическая, транспортная, регуляторная, сигнальная функции (слот оранжевого цвета).

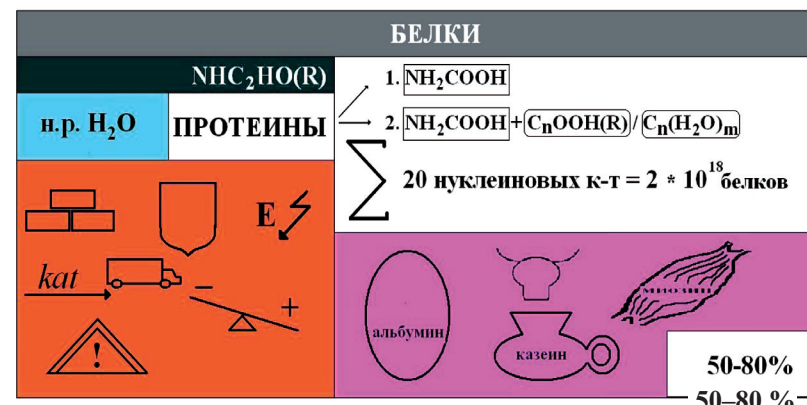


Рис. 19. Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Белки»

Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Углеводы» (рис. 20) содержит информацию об углеводах, входящих в состав клетки, их строении, клеточной функции, примерах продуктов питания и органов жи-

вых организмов с содержанием большого количества углеводов. Углеводы – сложные органические соединения, имеющие в своём химическом составе воду и углерод, способные присоединять различные химические элементы (слот темно-зеленого цвета, отображающий химическую формулу биополимера). Эти вещества хорошо растворимы в воде (слот голубого цвета), иначе называются сахарами. Будучи биологическими полисахаридами, углеводы, слагаются из множества соединенных между собой моносахаридов. Углеводы, состоящие из двух моносахаридов, называются дисахаридами, после присоединения третьего моносахарида дисахарид превращается в полисахарид. В большой концентрации углеводы содержатся в продуктах питания растительного происхождения: овощах и фруктах (клетчатка, фруктоза), молоке (лактоза), хитиновом покрове членистоногих (хитин). В животной клетке содержится до 20–40 % углеводов, в растительной гораздо больше. В организме углеводы выполняют строительную и защитную функции.

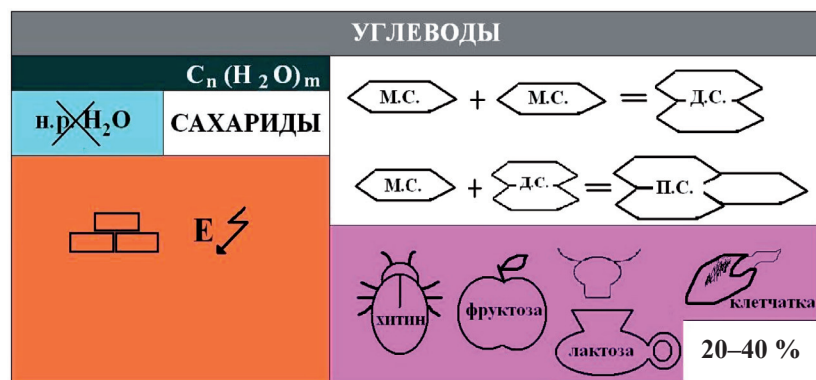


Рис. 20. Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Углеводы»

Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Нуклеиновые кислоты» (рис. 21) содержит информацию о нуклеиновых кислотах, входящих в состав клет-

ки, их строении, клеточной функции, примерах продуктов питания и органов живых организмов с содержанием большого количества нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты – сложные органические вещества в большинстве случаев состоящие из углерода, кислорода, водорода, азота и фосфора (слот темно-зеленого цвета, отображающий химическую формулу биополимера). Растворимы в воде. Молекулы нуклеиновых кислот представляют собой длинные цепочки, построенные из огромного числа нуклеотидов, количество которых может достигать 10⁸ единиц (слот белого цвета). Различают два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), состоящая из двух нуклеотидных цепей, и рибонуклеиновая кислота (РНК) – одноцепочечная, в отличие от ДНК, и существует в нескольких формах. Названия форм РНК обусловлены выполняемой в клетке функцией, например, информационная, транспортная, рибосомальная РНК. Нуклеиновые кислоты содержатся в любой живой клетке и составляют 1–5 % от её массы. У большинства живых организмов ДНК сосредоточена в клеточном ядре, а РНК – в цитоплазме. Функции нуклеиновых кислот связаны с продуцированием и хранением наследственной информации.

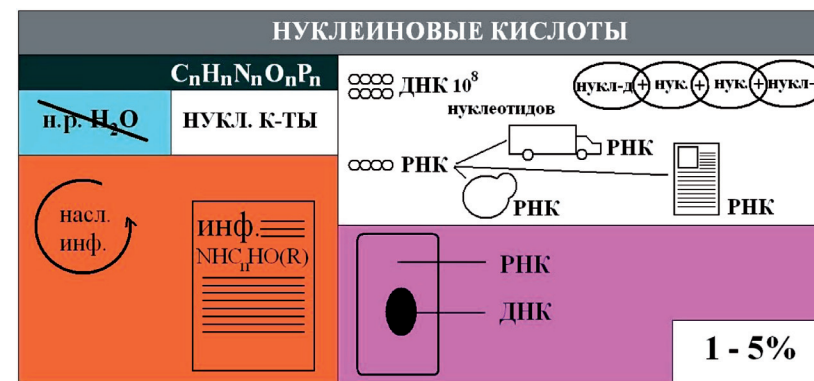


Рис. 21. Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Нуклеиновые кислоты»

Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Жиры» (рис. 22) содержит информацию о липидах, входящих в состав клетки, их строении, клеточной функции, примерах продуктов питания и органов живых организмов с содержанием большого количества липидов. Липиды состоят из углерода, кислорода и водорода, к которым могут присоединяться различные химические радикалы (слот темно-зеленого цвета, отображающий химическую формулу биополимера). Эти вещества нерастворимы в воде (слот голубого цвета), иначе называются жирами. Липиды принято делить на жиры и масла в зависимости от того, остаются ли они твёрдыми при 20°C. Основная функция липидов – служить энергетическим резервуаром, а также накапливать и хранить воду, используемую организмом при обезвоживании. Жиры под кожей животных выполняют функцию теплоизоляции, а липиды, являющиеся компонентами клеточных мембран, выполняют строительную функцию. Участвуют липиды и в транспорте веществ, их массовая доля в клетке 5–15 %. Липиды широко представлены в животном мире – это витамин D, содержащийся в печени рыб и яичном желтке. Из липидов можно отметить также и воск, который используется пчёлами для постройки сот.

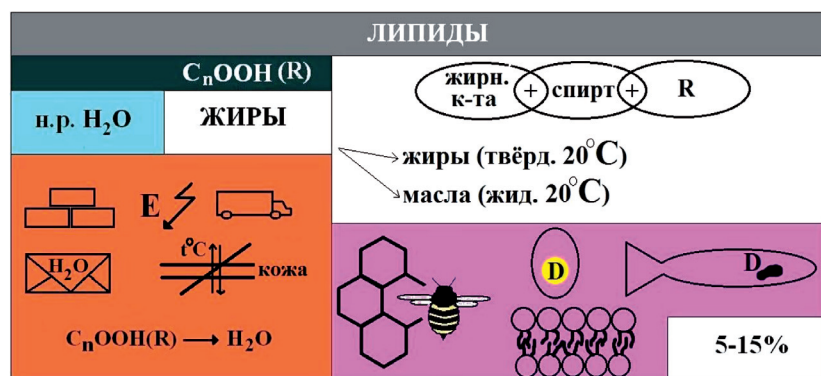


Рис. 22. Фрейм «Органические вещества, входящие в состав клетки. Жиры»

Карта памяти «Обмен веществ и преобразование энергии в клетке» (рис. 23) визуализирует информацию о процессах пластического и энергетического обмена, идущих в клетке в упрощенной форме. В любой живой клетке постоянно происходят непрерывные, переходящие друг в друга процессы биосинтеза и разрушения органических веществ, сопровождающиеся поглощением и выделением энергии. У растений основным механизмом фиксации энергии является фотосинтез (болотный фон), который осуществляется при помощи зелёного хлорофилла, содержащегося в хлоропластах листьев растений. Выдыхаемый нами углекислый газ поглощается растениями, в клетках которых при участии воды и энергии фотонов солнечного света он превращается в глюкозу. Этот процесс сопровождается выделением и накоплением энергии в растительной клетке, а также выделением кислорода в окружающую среду, который мы снова вдыхаем. Энергия запасается в виде химических связей между атомами в молекулах глюкозы и аденозинтрифосфорной кислоты. Таким образом осуществляется синтез углеводов. Помимо фотосинтеза, идущего у растений, существует биологический синтез, называемый пластическим обменом или биосинтезом белка, идущий в животных клетках (синий фон). В каждой молекуле ДНК, состоящей из миллионов нуклеотидных пар, записана информация о структуре белка, эта информация является своего рода чертежом будущей белковой молекулы. Для того чтобы синтезировался белок, информация о последовательности аминокислот в его структуре должна быть доставлена к рибосомам. Для этого на одной из цепей ДНК синтезируется одноцепочечная молекула информационной рибонуклеиновой кислоты (иРНК), последовательность нуклеотидов которой комплементарна последовательности нуклеотидов матрицы, т. е. ДНК. При помощи транспортной рибонуклеиновой кислоты (тРНК) «чертёж» белка доставляется к рибосоме, которая присоединяется к одному из концов иРНК и начинает сборку белковой мо-

лекулы. На сборку белка затрачивается определённое количество энергии АТФ. По завершению синтеза белковая молекула отделяется от иРНК и рибосомы. Процессом, противоположным синтезу, является диссимиляция – совокупность реакций расщепления и брожения (жёлтый фон). Диссимиляция осуществляется без кислорода в цитоплазме клетки. Глюкоза при участии аденозиндифосфата и фосфорной кислоты распадается на части. Распад одной молекулы глюкозы сопровождается образованием двух молекул АТФ. После брожения при доступе кислорода образовавшиеся вещества окисляются до конечных продуктов – воды и углекислого газа.

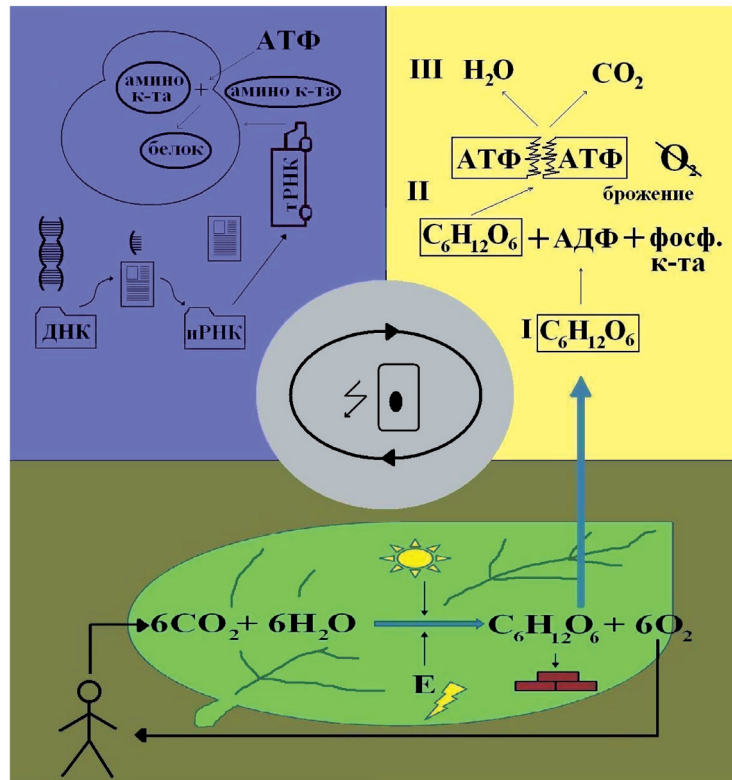


Рис. 23. Карта памяти «Обмен веществ и преобразование энергии в клетке»

Кластер «Строение и функции клеток» (рис. 24) раскрывает особенности строения клетки, функции клеточных органелл, изображает их взаимосвязь. Как любая живая структура, клетка характеризуется специфическим строением. Состоит клетка из клеточной мембраны, цитоплазмы, содержащей ядро, вакуоли, пластиды, лизосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, ЭПС. Ядро (Я) – центральная органелла клетки, его основная функция – продуцирование и сохранение наследственного материала (ДНК). Уплотнённые участки ДНК, хорошо различимые на микрофотографиях ядра, называют ядрышками. Вакуоли (ВАК) предназначены для запаса и хранения воды, необходимой для процессов клеточного метаболизма. Пластиды (ПЛ) в зависимости от разновидности выполняют в клетке различные функции. Хлоропласты, представляющие из себя двумембранные, округлые, сплюснутые тельца зелёного цвета, содержат пигмент хлорофилл и участвуют в процессе фотосинтеза. Хромопласты – овальные пластиды оранжевого, красного или жёлтого цветов, содержащие ксантофилл и др. пигменты, придающие клеткам и органам специфическую окраску. Лейкопласты – овальные или бесформенные, бесцветные тельца, принимающие участие в работе иммунной системы. Лизосомы (ЛИЗ) – пузырьки с лизирующими ферментами. Лизосомы поглощают и растворяют ненужные клетке продукты распада. Митохондрии (МИТ) – двумембранные органеллы цилиндрической формы, способные аккумулировать и сохранять энергию химических связей. Впоследствии эта энергия расходуется клеткой в ходе биосинтеза белка и других процессов. Комплекс Гольджи (Компл. Г.) продуцирует лизосомы. Эндоплазматическая сеть (ЭПС) синтезирует рибосомы. Бывает двух видов: гладкая и шероховатая. С помощью ЭПС осуществляется связь между разными клетками какой-либо ткани.

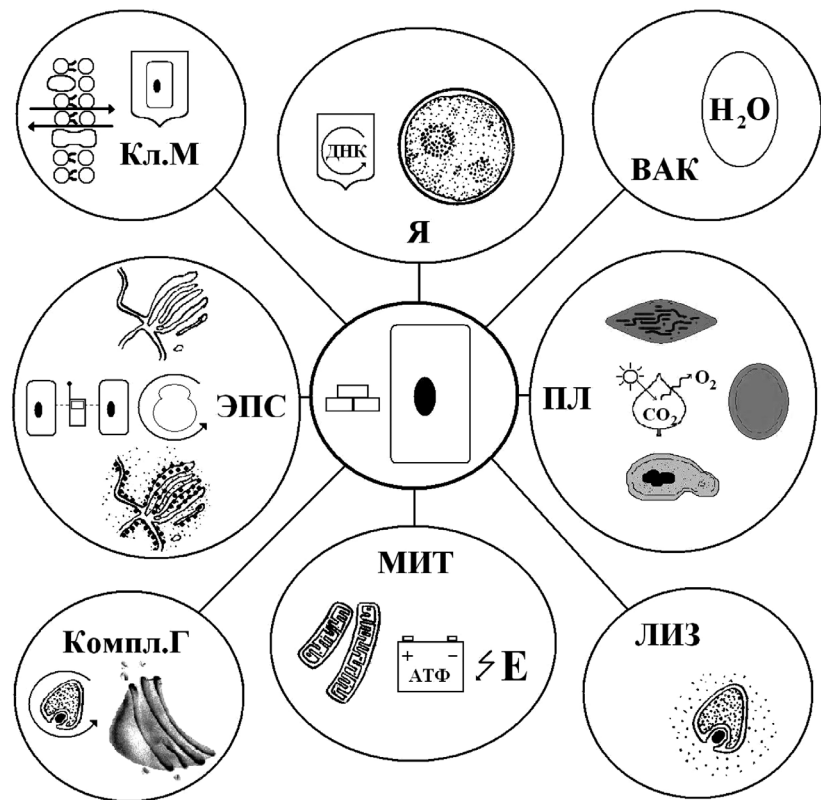


Рис. 24. Кластер «Строение и функции клеток»

Метаплан «Клеточная теория строения организмов» (рис. 25) кодирует положения клеточной теории строения живых организмов. Каждое положение визуализировано и располагается в блоке специфической формы. Метаплан складывается в ходе поэтапного описания клеточной теории из блоков разной формы наподобие мозаики. Номер каждого блока соответствует номеру положения теории. В блоках метаплана закодированы положения следующего содержания: 1) клетка является структурно-функциональной единицей всех живых организмов; 2) клеткам присуще мем-

бранное строение; 3) ядро – главная составная часть клетки; 4) клетки размножаются только делением; 5) клеточное строение организма – свидетельство того, что растения и животные имеют единое происхождение.

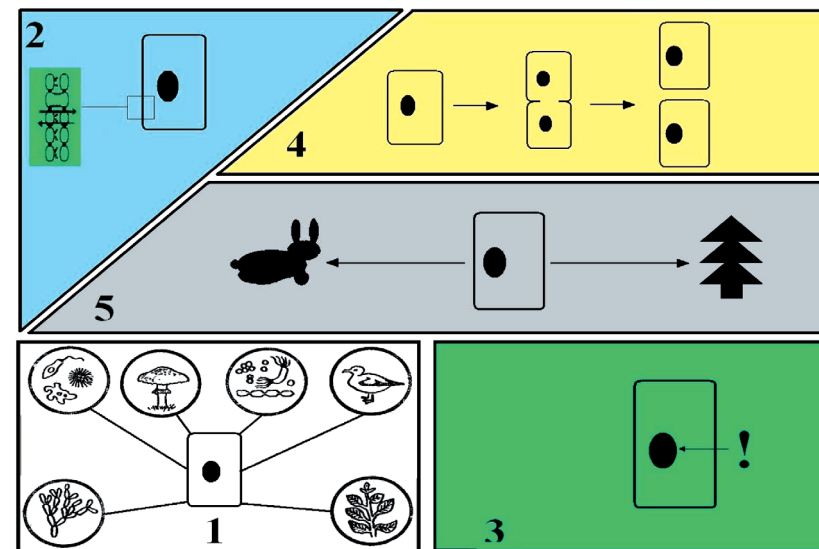


Рис. 25. Метаплан «Клеточная теория строения организмов»

Карта памяти «Размножение организмов» (рис. 26) содержит сведения о формах размножения, существующих у живых организмов. Бесполое размножение (зелёный фон) характеризуется тем, что в нём участвует только одна родительская особь, поэтому потомству передается тот же двойной набор хромосом ($2n$), что был у родителя, и не происходят генеративные мутации. Многие одноклеточные водоросли и простейшие размножаются путём спорообразования. При этом клетка распадается на множество особей, равное количеству ядер, заранее образованных в ней. Способом бесполого размножения служит почкование. Например, у дрожжевых грибов при почковании на материнской клетке образуется бугорок – почка, которая растёт до размеров ма-

теринского организма. У растений широко распространено бесполое размножение частями тела: черенками, луковичками, усами, корневищами, подземными клубнями. Если бесполое размножение по большей части присуще растениям, то другая форма размножения – половое – характерна в основном для животных (розовый фон). В отличие от бесполого размножения, осуществляющегося при помощи соматических клеток тела, в половом размножении участвуют две особи – мужская и женская и половые клетки – сперматозоиды и яйцеклетки, несущие одинарный набор хромосом. При половом размножении нередко случаются генеративные мутации, обеспечивающие наследственную изменчивость.

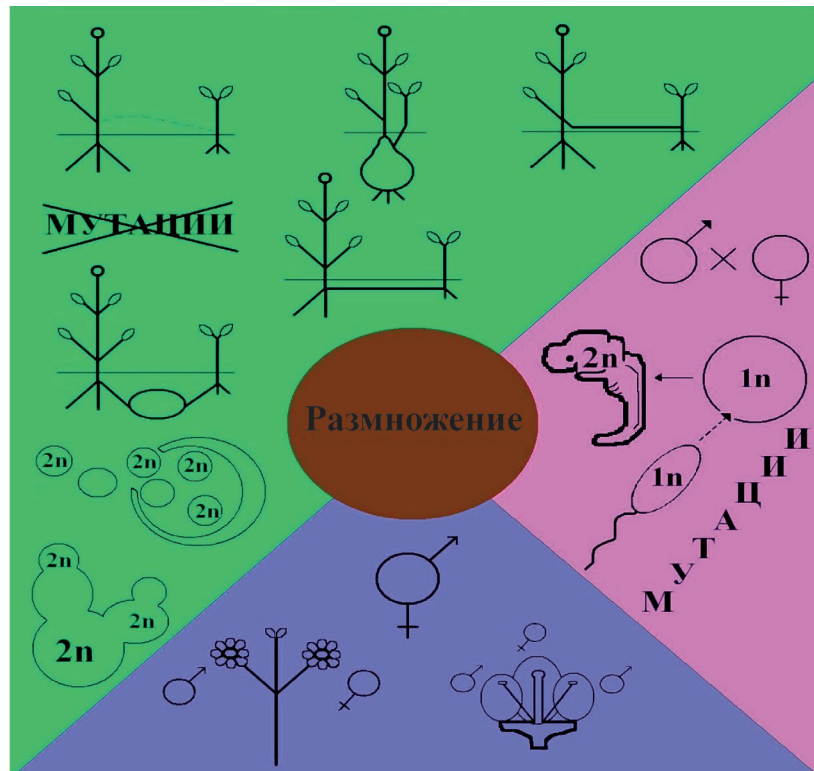


Рис. 26. Карта памяти «Размножение организмов»

Алгоритм «Онтогенез» (рис. 27) отображает основные этапы процесса индивидуального развития живых организмов: эмбриональный (первые 4 блока), постэмбриональный (блок 5). Эмбриональный период начинается с момента соединения сперматозоида с яйцеклеткой по образованию зиготы. В результате многократных делений зиготы, увеличения числа клеток одноклеточный организм превращается в многоклеточный, образуется бластула (верхний блок слева). Бластула (верхний блок справа) представляет собой однослойное образование, полая внутри. На ней развитие не останавливается, и с увеличением количества клеток один из полюсов бластулы впячивается внутрь, по направлению к другому. Таким образом, под слоем эктодермы (от греч. *эктос* – наружный), из которой сформирована бластула, возникает новый зародышевый листок – энтодерма (от греч. *энтос* – внутренний), и бластула превращается в гастролу (средний блок справа). Дробление и увеличение числа клеток продолжают, снова происходит перемещение клеточных масс, между верхним и нижним зародышевыми листками образуется мезодерма (от греч. *мезос* – находящийся посередине), которая представляет собой совокупность их клеточных элементов. После образования гастролы начинается процесс органогенеза (средний блок слева), в процессе которого из эктодермы образуются нервная система, эпителий кожи. Из мезодермы образуются кровь, почки, мышечная, соединительная, костная ткани. Из энтодермы образуются ткани органов пищеварительной системы зародыша. Постэмбриональный период (нижний блок) начинается в момент рождения или выхода организма из яйцевых оболочек. Постэмбриональное развитие у различных животных идёт разными путями, это прямое постэмбриональное развитие у млекопитающих, пресмыкающихся и птиц, при котором организм рождается с уже

заложенными основными органами, подобными взрослому животному, и непрямое развитие, при котором из яйца выходит личинка со специальными личиночными органами, неподобными взрослой особи и со временем заменяющимися на органы, свойственные имаго. Данное изменение случается в ходе метаморфоза. Непрямое постэмбриональное развитие встречается у земноводных, рыб, насекомых и др.

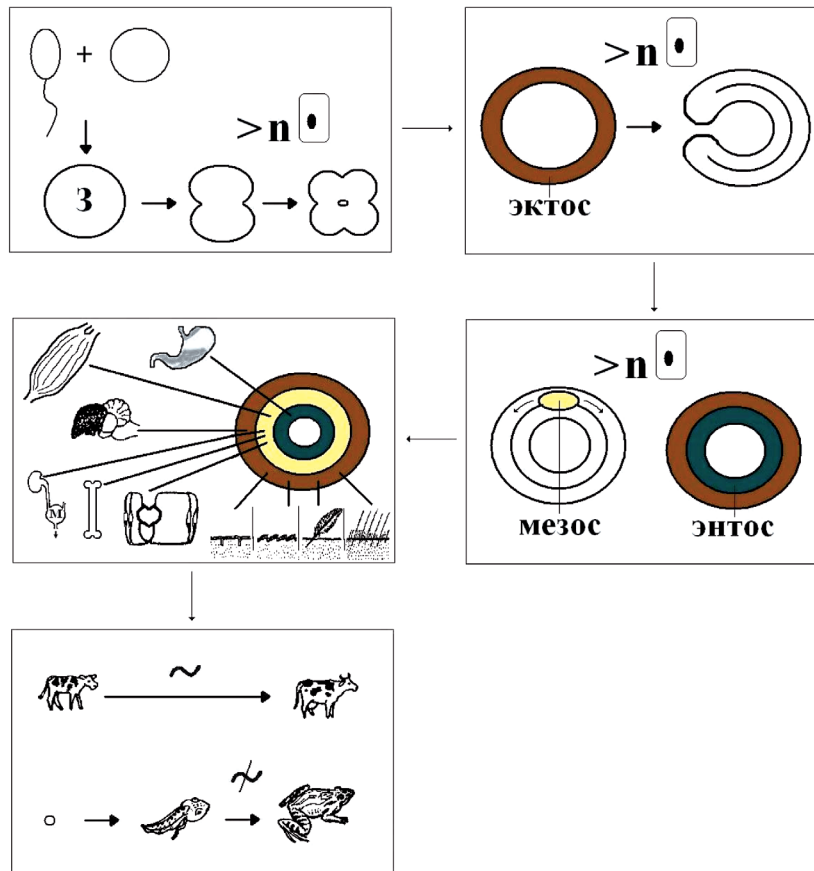


Рис. 27. Алгоритм «Онтогенез»

Алгоритм деятельности «Задача. Путь решения генетической задачи на моногибридное скрещивание» (рис. 28) разработан по методике составления алгоритмов В.В. Паронджанова [30] и содержит информацию о деятельности, которую должны проделать учащиеся, решая стереотипные задачи такого типа. Решение задачи разделено на два этапа или ветки алгоритма, имеющие собственный заголовок и окончание (ветки находятся в коричневом поле). В свою очередь, ветки состоят из блоков, каждый из которых содержит описание какого-либо действия. Между собой блоки связаны линиями и стрелками, указывающими, в каком направлении должна развёртываться дальнейшая деятельность. Работу с алгоритмом необходимо начинать с ветки «Составить краткие условия задачи», следуя по которой строго сверху вниз, нужно найти объект, о котором в задаче идёт речь, соотнести признак и буквенный знак гена, которые обозначают этот признак, и сформулировать вопрос. После составления условий переходим по стрелке к ветке «Решение», проследовав по которой и выполнив все действия по блокам, мы сталкиваемся с иконкой-вопросом «Ответ правильный?», при этом если ответ верный («Да»), мы переходим к иконке «конец», если же «Нет», возвращаемся по стрелке к ветке «Составить краткие условия задачи» и перепроверяем их, затем переделываем решение. Таким образом, с помощью предложенного здесь алгоритма возможно решение большинства генетических задач, предлагаемых учащимся в курсе «Введение в общую биологию».

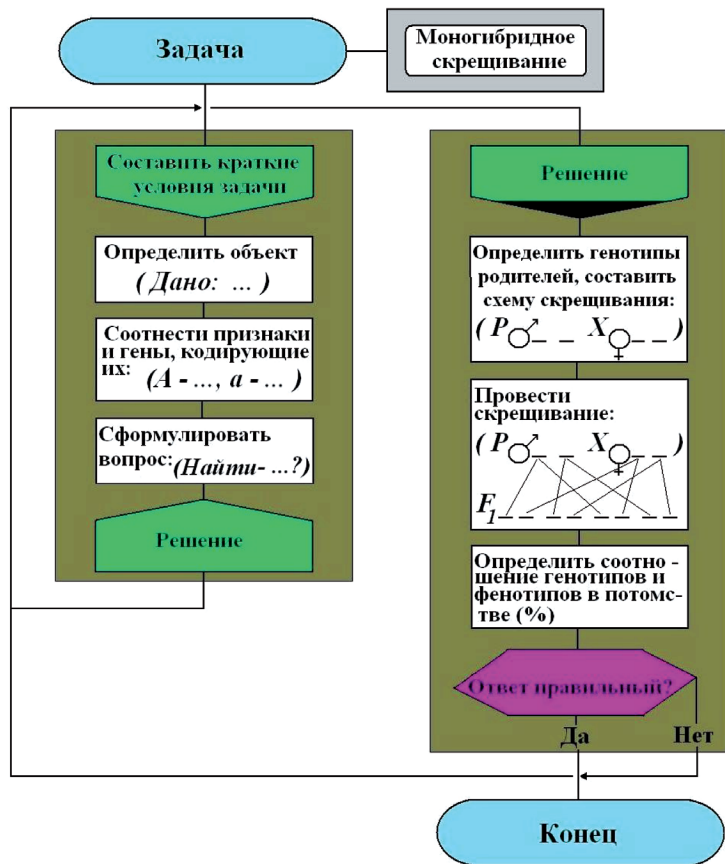


Рис. 28. Алгоритм деятельности «Задача.

Путь решения генетической задачи на моногибридное скрещивание»

Алгоритм деятельности «Задача. Путь решения генетической задачи на дигибридное скрещивание» (рис. 29) содержит информацию о деятельности учащихся при решении стереотипных заданий такого типа. Данный алгоритм применяется по аналогии с предыдущим, однако отличается от него тем, что содержит иконки «Вставка» (блоки жёлтого цвета), предназначенные для сокращения дли-

ны веток. Иконка «Составление условий» в ветке «Составить краткие условия задачи» содержит блоки: «Определить объект», «Соотнести признаки и гены, кодирующие их», «Сформулировать вопрос». Иконка «Определение генотипов родителей, составление схемы скрещивания» содержит блоки: «Определить генотипы родителей, составить схему скрещивания», «Провести скрещивание».

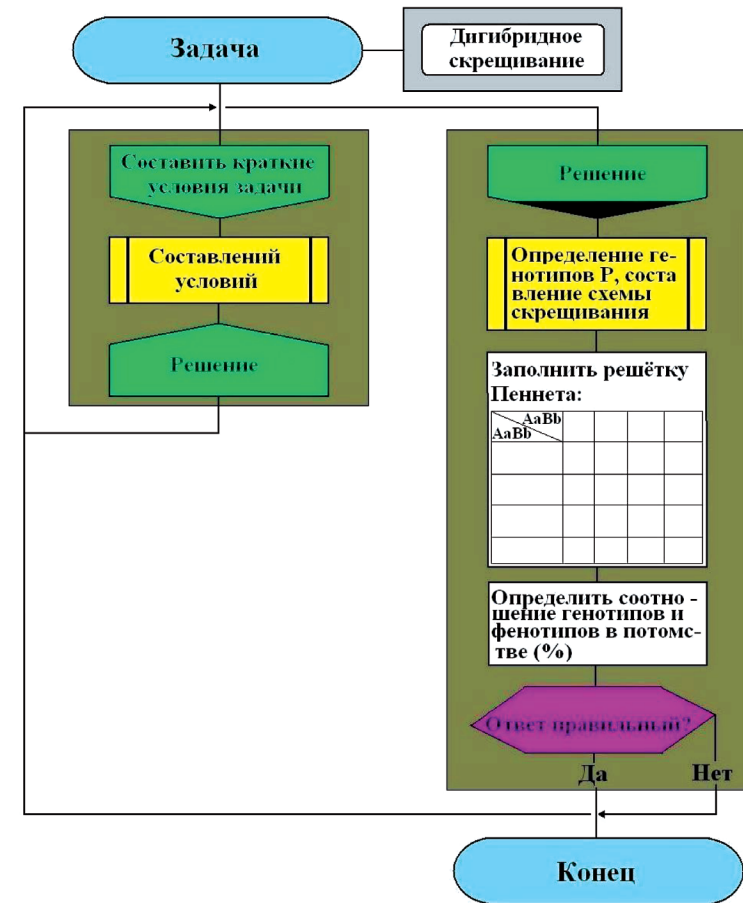


Рис. 29. Алгоритм деятельности «Задача.

Путь решения генетической задачи на дигибридное скрещивание»

Кластер «Закономерности изменчивости» (рис. 30) кодирует информацию о формах и проявлениях способности живых организмов приобретать новые признаки и свойства. Разделяют наследственную изменчивость, при которой изменяется генотип, и модификационную, или изменчивость по фенотипу. В свою очередь, наследственная изменчивость подразделяется на мутационную и комбинативную. Мутационная изменчивость происходит благодаря действию на ДНК различных мутаций. Существует несколько типов мутаций: точковые мутации (изменения ДНК, обусловленные заменой одного или нескольких нуклеотидов в пределах одного гена), хромосомные мутации (утрата части хромосомы), мутации, ведущие к полиплоидии (увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному набору). Комбинативная изменчивость обусловлена обменом участками ДНК между хромосомами в ходе мейоза. Модификационная, или фенотипическая изменчивость, не идёт на генетическом уровне, поэтому не сопровождается мутациями, а вызывается действием факторов внешней среды. Так, например, если у гималайского кролика на спине выщипать белую шерсть и наложить холод, на этом месте вырастет чёрная шерсть. Подобным образом при увеличении количества корма масса мясных пород крупнорогатого скота увеличивается, однако эти изменения никогда не передадутся потомству, т. к. не закреплены наследственно и происходят только с фенотипом животных.

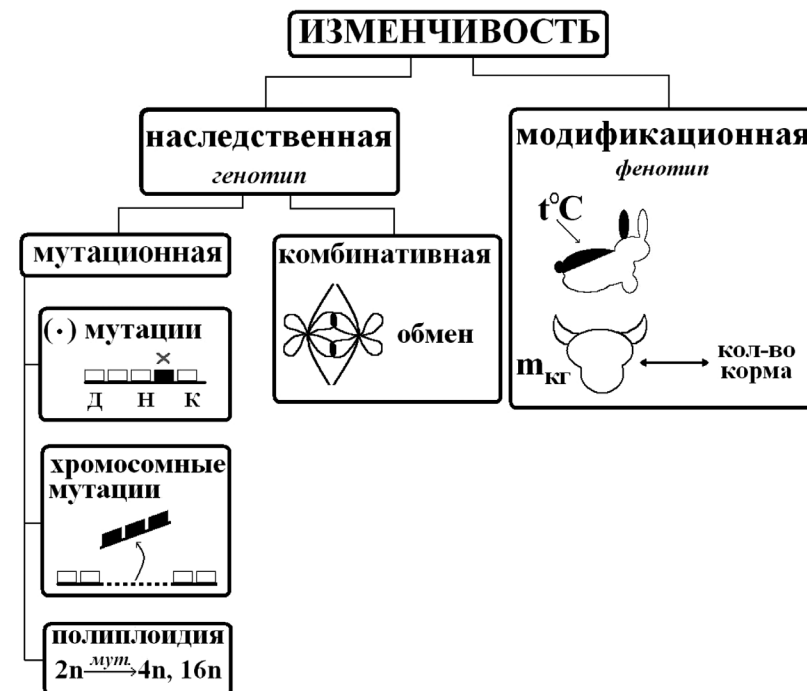


Рис. 30. Кластер «Закономерности изменчивости»

Карта памяти «Структура и функции биосферы» (рис. 31) содержит основную информацию об устройстве биосферы, её структурных уровнях. Биосфера состоит из четырёх оболочек. Верхняя оболочка в структуре биосферы – атмосфера (белый фон) состоит в основном из кислорода, азота, углекислого газа, а также озона, экранирующего земную поверхность от жёсткого ультрафиолетового излучения и солнечной радиации. Сумма всех живых организмов, обитающих в пределах биосферы, именуется живым веществом. Живое вещество также является одним из элементов в структуре биосферы (зелёный фон). Из всего видоразнообразия живых организмов биосферы 21 % при-

ходится на растения, оставшуюся часть составляют млекопитающие, членистоногие, бактерии и др. животные. Помимо атмосферы и живого вещества, в биосферу входит водная оболочка, или гидросфера (голубой фон).

Живое вещество на Земле распределено по нескольким уровням организации живой материи (жёлтый фон). Эти уровни, находясь один над другим по принципу от меньшего к большему, – своего рода этажи, из которых составлен наш живой дом. Важнейшие процессы жизнедеятельности: обмен веществ, превращение энергии, биосинтез белка начинаются на первой ступени – молекулярном уровне организации живой материи (М). Клетка как единица строения живых организмов на клеточном уровне (К) объединяет эти процессы внутри себя, а сама, в свою очередь, объединившись с миллионами других клеток, входит в состав живого организма на организменном уровне (О). На популяционно-видовом уровне (П-В) совокупность организмов одного и того же вида составляет популяции, которые на экосистемном уровне (Э) участвуют в формировании биogeоценозов. И наконец, биogeоценозы становятся едины в системе высшего порядка – биосфере на биосферном уровне, связанном с жизнедеятельностью всех организмов, обитающих на нашей планете. Гидросфера складывается из океанической воды, воды рек и озёр на материках, а также воды живых организмов. Гидросфера формировалась в связи с развитием литосферы, ещё одной оболочки в составе биосферы. Литосфера земли представлена почвенным слоем. Почва складывается из суммы органических и минеральных веществ. Минеральные вещества попадают в почву при горообразовательных процессах и разрушении горных пород, органические – путём разложения мёртвых живых организмов.

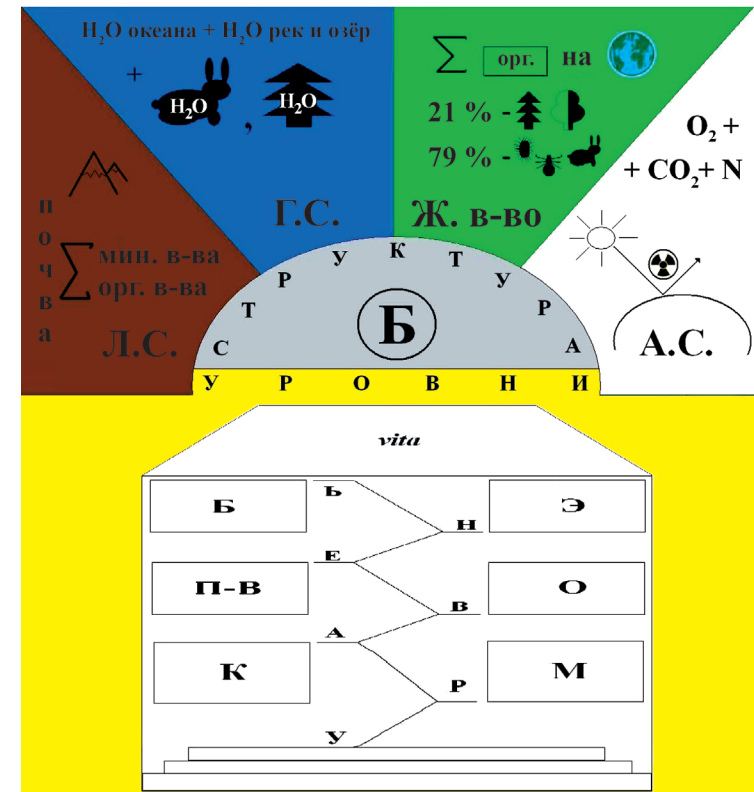


Рис. 31. Карта памяти «Структура и функции биосферы»

Проблемный фрейм «Биосфера и человек» (рис. 32) иллюстрирует возможные пути решения проблемы рационального использования природных ресурсов, а также знакомит с разновидностями природных ресурсов, добываемых человеком. Фрейм может применяться на уроках проблемного обучения. Первый слот «Цель», содержание которого также соответствует цели урока – владеть знаниями о способах рационального использования природных ресурсов и путях решения экологических проблем, – включает информацию о классификации природных ресурсов. Природные ресурсы подразделя-

ются на неисчерпаемые (вода гидросферы, атмосферный кислород, энергия солнца и т. п.) и исчерпаемые. Последние делят на возобновимые (древесина, промысловые звери и т. п.) и невозобновимые (уголь, железная руда, природный газ, нефть и т. п.). Второй слот «Проблема» содержит информацию о неконтролируемой и неумной добыче полезных ископаемых, уменьшении объемов атмосферного воздуха и чистой воды из-за постоянного загрязнения биосферы Земли, повышении уровня радиации, ведущего к увеличению мутаций, неконтролируемой добыче промысловых животных или браконьерстве. Вышеперечисленное в совокупности составляет проблему неконтролируемого использования природных ресурсов, которое ведёт к их резкому сокращению. Третий слот «Решение проблемы» содержит информацию по решению экологических проблем в форме общеиспользуемых экологических знаков: повторно утилизируемые материалы, контроль и охрана окружающей среды, сохранение чистоты окружающей среды.



Рис. 32. Проблемный фрейм «Биосфера и человек»

Библиографический список

1. Августин Аврелий О христианском учении. Антология средневековой мысли. Киев, 1935. 355 с.
2. Анастасова Л.П. Изобразительные наглядные средства в формировании и развитии основных генетических понятий курса общей биологии: дис... канд. пед. наук. Л., 1970. 384 с.
3. Бейер В.И. Схематический рисунок при изучении природы. Л., 1926. 49 с.
4. Боровицкий И.П. Методика преподавания биологии. М.: Высшая школа, 1962. 335 с.
5. Верзилин Н.М. Проблемы методики преподавания биологии. М.: Педагогика, 1974. 244 с.
6. Всесвятский Б.В. Проблемы дидактики биологии: пособие для учителей. М.: Просвещение, 1969. 240 с.
7. Гамезо М.В., Герасимова В.С. Знаковое моделирование в процессе решения учебных текстовых задач. М., 1977. 243 с.
8. Горский П.Д. Краткий словарь по логике. М.: Просвещение, 1991. 452 с.
9. Гринкевич И.И. Зарисовки и схемы в преподавании биологии. Минск, 1962. 54 с.
10. Грицанов А.А. Новейший философский словарь. 3-е изд., испр. Минск: Книжный дом, 2003. 1280 с.
11. Гусейнов А.З., Турчин Г.Д. Развитие принципа наглядности в истории педагогики // Известия Саратовского университета. 2007. № 7. С. 70–77.
12. Депортер Б., Хенаки М. Квантовое обучение: Разбудите спящего в вас гения! Минск: Попурри, 1998. 384 с.
13. Евдокимов В.И. Научные основы повышения эффективности обучения средствами наглядности: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Киев, 1990. 30 с.
14. Зайцева О.П. Фреймовое представление естественнонаучных знаний как способ интенсификации учеб-

- ного процесса // Инновационные технологии в системе современного естественнонаучного образования: сборник материалов Первой международной научно-практической Интернет-конференции. Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 2010. С. 48–50.
15. Ильичев Л.Ф., Федосеев П.Н. Философский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983. 840 с.
 16. Каптерев П.Ф. О педагогическом методе. Избранные педагогические сочинения. М., 1982. 704 с.
 17. Кассирер Э. Философия символических форм. Т. 1. Язык. М.: Изд-во «Университетская книга», 2001. 271 с.
 18. Клёпинина З.А., Аквилева Г.Н. Методика преподавания естествознания в начальной школе: учеб. пособие для студ. пед. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.
 19. Ковалёва С.В., Шабанова И.А., Чиркова С.Е. Использование фреймовой модели структурирования учебной информации в практикуме по химии // Вестник ТГПУ. 2012. № 2. С. 152–156.
 20. Корсунская В.М. Как преподавать общую биологию: пос. для учителей. М.: Просвещение, 1967. 311 с.
 21. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б., Неудахина Н.А. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов. Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2004. 232 с.
 22. Лосев А.Ф. Проблема символа и реалистическое искусство. М.: Искусство, 1976. 78 с.
 23. Лосев А.Ф. Знак. Символ. Миф. М.: Просвещение, 1991. 245 с.
 24. Мамонтов С.Г. Биология. Общие закономерности. 9 класс: учебник для общеобразоват. учреждений. М.: Дрофа, 2006. 287 с.
 25. Марасов А.Н. Методические рекомендации по составлению опорных конспектов на уроках биологии. Ульяновск: Изд-во УГПИ им.И. Н. Ульянова, 1989. 13 с.
 26. Медовая А.П. Наглядность на уроках ботаники: пособие для учителей вечерних школ. М.: Просвещение, 1966. 78 с.
 27. Минский М.П. Фреймы для представления знаний. М., 1979. 89 с.
 28. Михайлов Д.С. Курс естественной истории. СПб., 1862. 264 с.
 29. Нахаева В.И., Савицкая О.Н. Использование идеограмм при формировании биологических понятий // Биология в школе. 2005. № 1. С. 33–39.
 30. Паронджанов В.Д. Как улучшить работу ума. Алгоритмы без программистов – это очень просто! М.: Дело, 2001. 360 с.
 31. Петров А.В., Попова Н.Б. Классификация средств наглядности в современной системе обучения // Мир науки, культуры, образования. 2007. № 2. С. 88–92.
 32. Пирс Ч.С. Закрепление верования. Как сделать наши идеи ясными // Вопросы философии. 1996. № 12. С. 106–132.
 33. Плахов И.А. Применение опорных конспектов при изучении биологии в 6–7 классах: методические рекомендации. Брянск: Изд-во «Дебрянск», 1995. 65 с.
 34. Попов Ю.В. Повышение эффективности учебно-познавательной деятельности студентов технического вуза средствами технологии визуализации в школе // Ползуновский вестник. 2006. № 3. С. 190–199.
 35. Реброва Л.В., Прохорова Е.В. Активные формы и методы обучения биологии. Опорные конспекты по биологии: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1997. 159 с.
 36. Розенштейн А.М., Пугал Н. А., Ковалева И.Н., Лепина В.Г. Использование средств обучения на уроках биологии: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1989. 191 с.

37. Рыков Н.А. Методика преподавания биологии. Л.: Гос. учеб. пед. изд-во, 1957. 512 с.
38. Смольников В.Ю. Знаково-символическая система конструирования учебного текста как средство организации образовательной деятельности учащихся: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2004.
39. Стась А.Н., Прусских А.Н. Формирование алгоритмического мышления в процессе обучения теории графов // Вестник ТГПУ. 2012. № 2. С. 166–169.
40. Таджиев И.И. Схематическая наглядность как средство повышения эффективности обучения учащихся 4–5 классов на материале природоведения, географии и ботаники: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ташкент, 1970. 20 с.
41. Теремов А.В. Использование опорных сигналов (рисуночного письма) в обучении биологии // Биология в школе. 1987. № 4. С. 44–48.
42. Теремов А.В. Знаково-символическая наглядность и деятельность как средство повышения качества знаний учащихся по биологии: Раздел «Животные»: дис. ... канд. пед. наук. М., 2000.
43. Титова И.М. Активизация познавательной деятельности в обучении химии средствами графики: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 1985.
44. Трайтак Д.И. Применение символов и знаков в дидактических материалах по ботанике // Методика применения дидактических материалов в процессе обучения биологии. № 2. 1977. С. 36–45.
45. Урбан М.А. Поиск решения текстовых задач на основе семиотического подхода // Печатковая школа. 2008. № 11. С. 65–78.
46. Фолли Д. Энциклопедия знаков и символов. М.: Вече, 1997. 512 с.
47. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. М.: Знание, 1984. 80 с.
48. Штофф В.А. Роль моделей в познании. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1963. 128 с.
49. Эрганова Н.Е. Основы методики профессионального обучения. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. пед. ун-та, 1999. 138 с.
50. Яхонтов А.А., Флёрова Е.А. Методика преподавания зоологии. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1955. 528 с.
51. Биология. Первое сентября. Копилка опыта. Вершинина Л.В. Знаково-символические средства в обучении биологии. URL: www.bio.1september.ru
52. Знаково-символическая наглядность и развитие абстрактного мышления. URL: www.snsko.ru
53. Psylab энциклопедия психодиагностики. URL: www.psylab.info. Тест Векслера. www.psylab.info

Тестирование Дэвида Векслера

Регистрационный лист к тесту Векслера

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Год рождения _____

Возраст _____ Пол _____

Акт № _____

Дата исследования _____

Заключение _____

Субтест «Шифровка»

Инструкция. Перед испытуемым кладется лист протокола и говорится: «Посмотрите на задание. Вы видите двойные клетки. В каждой клетке написана цифра, а под ней – знак. Для каждой цифры – свой знак. Внизу, в пустые клетки под цифрами надо расставить соответствующие знаки по образцу». Дать возможность потренироваться до жирной линии, а затем испытуемый работает самостоятельно в течение 90 сек. Субтест «Шифровка» требует сохранности визуальной перцепции и праксиса, зрительно-моторной координации, скорости образования навыка. Он чувствителен к психомоторной недостаточности, характеризует зрительную память, обучаемость, двигательную активность. За каждый правильно поставленный знак даётся 1 балл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
-	└	┐	┌	U	o	Λ	X	=

2	1	3	7	2	4	8	1	5	4	2	1	3	2	1	4	2	3	5	2	3	1	4	6	3

1	5	4	2	7	6	3	5	7	2	8	5	4	6	3	7	2	8	1	9	5	8	4	7	3

6	2	5	1	9	2	8	3	7	4	6	5	9	4	8	3	7	2	6	1	5	4	6	3	7

9	2	8	1	7	9	4	6	8	5	9	7	1	8	5	2	9	4	8	6	3	7	9	8	6

Рис. 33. Стимульный материал для субтеста «Шифровка»

Субтест «Недостающие детали»

Инструкция. «Сейчас я покажу тебе карточки. На них нарисованы разные предметы, но у каждого предмета чего-то не хватает, что-то не дорисовано. А ты попробуй мне сказать, чего там не хватает, или покажи пальцем. Например, что здесь нарисовано?» Показать карточку № 1 и включить секундомер.

Общие правила:

1. Испытуемый не должен обязательно правильно назвать обнаруженную им недостающую деталь. Достаточно, если он пальцем покажет или даст понять, что видит это. Например, ответы на задание № 14 «Пальца (или ногтя) на одной ноге» (правильно показанные) являются приемлемыми так же, как и ответ «шпора».

2. При указании на другие отсутствующие детали быстро спросить: «А что еще?»

3. При ответе: «Здесь все есть» быстро сказать: «Нет, у каждого предмета чего-то не хватает».

4. Время для выполнения каждого задания–15 секунд.

5. Оценки: 1 балл за каждый правильный ответ.

При выполнении субтеста необходимы острота восприятия и понимание того, что является существенным в изображении, способность дифференцировать существенную отсутствующую деталь от пропущенных в рисунке несущественных. В некоторых случаях это просто недорисованная часть предмета, в других – менее заметная, но весьма важная по смыслу деталь, отсутствие которой вносит в изображение элемент несообразности. Испытуемый может не знать точного названия недостающей детали, достаточно, если он покажет, где она находится.

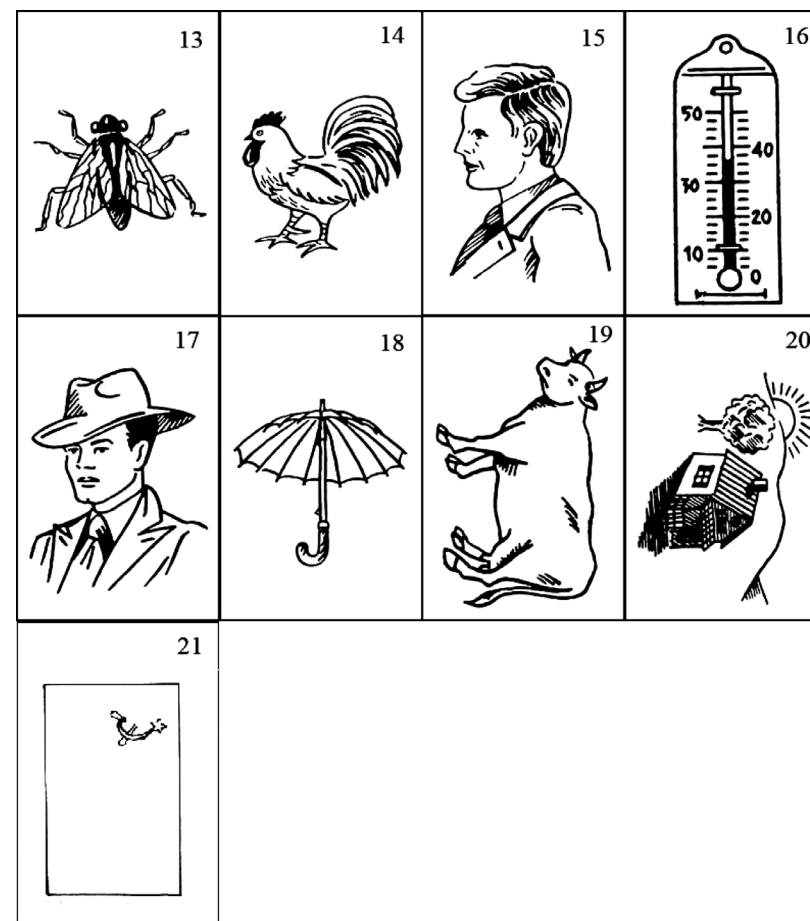
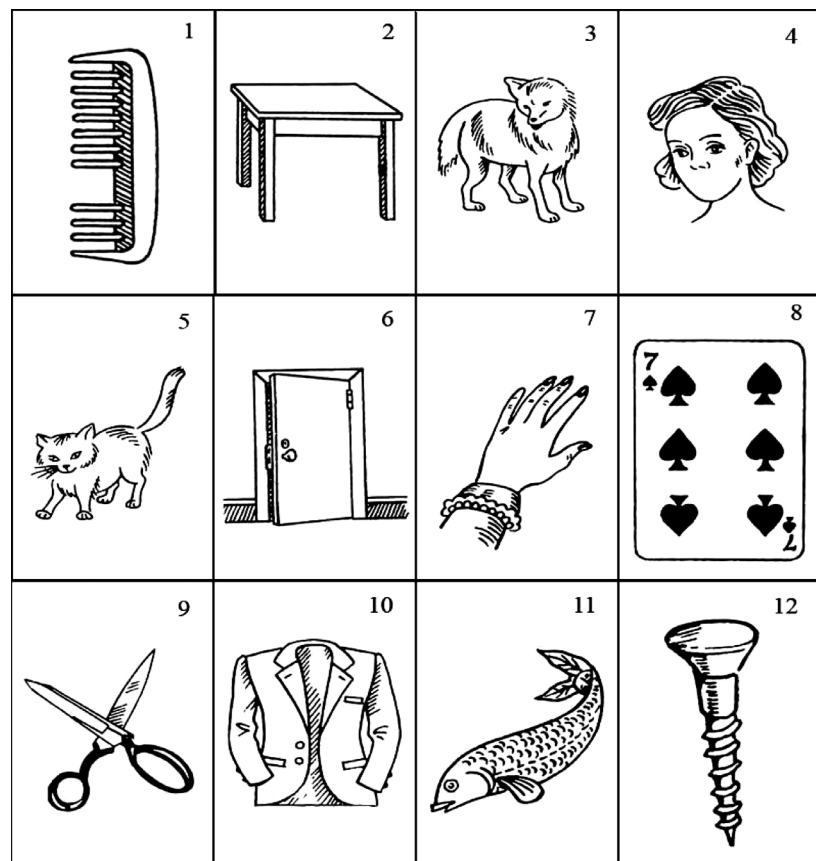


Рис. 34. Стимульный материал для субтеста «Недостающие детали»

Таблица 1

Сводная таблица для фиксации результатов

№ карточки	Ответ	Оценка (0–1)	№ карточки	Ответ	Оценка (0–1)
1.	Зуб		11.	Плавник	
2.	Ножка		12.	Прорезь	
1	2	3	4	5	6
3.	Ухо		13.	Усики	
4.	Рот		14.	Шпора	
5.	Усы		15.	Брови	
6.	Петля		16.	Спирт	
7.	Ноготь		17.	Поле у шляпы	
8.	Шестёрка		18.	Спицы у зонта	
9.	Винт		19.	Копыто	
10.	Петли		20.	Тень	
			21.	Молот	
					Сумма

Субтест «Кубики Коса»

Начинать следует с совместной работы над первой моделью. Если испытуемый не справляется с заданием, следует показать процесс сборки рисунка, затем сломать рисунок и попросить испытуемого собрать его снова. Если после этого испытуемый собирает рисунок за отведенное время, то результат оценивается в 2 балла, а не в 4. Аналогично поступают со вторым заданием. В последующем испытуемый работает самостоятельно. После последовательных трех невыполнений исследование прекращается. Лимитирование времени приводится в таблице 2. Максимальная оценка по субтесту—48 баллов. Субтест является модификацией теста Коса.

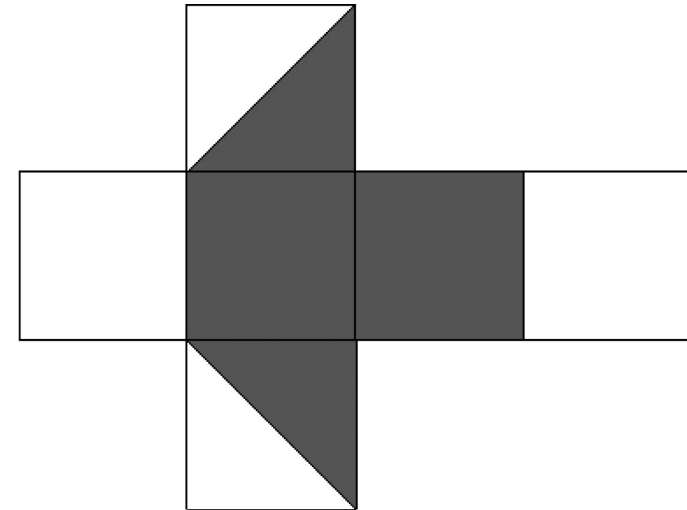


Рис. 35. Стимульный материал для субтеста «Кубики Коса». Развёртка кубика Коса

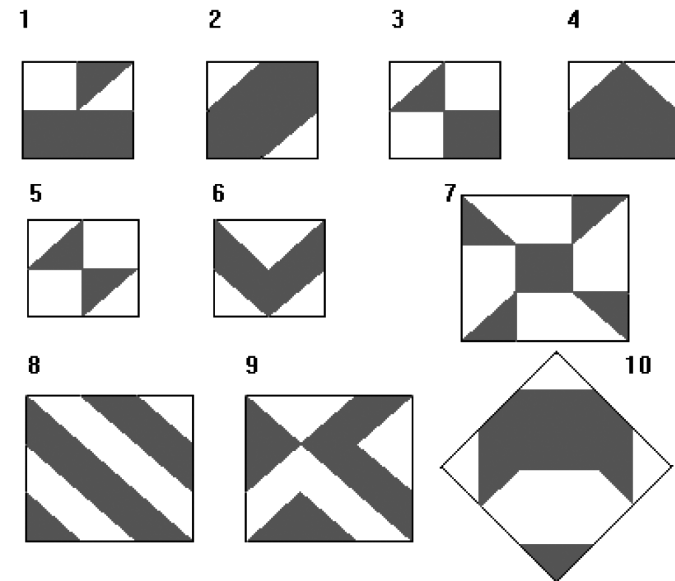


Рис. 36. Стимульный материал для субтеста «Кубики Коса». Фигуры для сборки

Таблица 2

Расчёт оценок по субтесту «Кубики Коса»

№	Задание	Время	Оценка
1	60 сек.		0–2–4
2	60 сек.		0–2–4
3	60 сек.		0–4
4	60 сек.		0–4
5	60 сек.		0–4
6	60 сек.		0–4
7	120 сек.		6 (1–30 сек.) 5 (31–40 сек.) 0 4
8	120 сек.		6 (1–45 сек.) 5 (46–70 сек.) 0 4
9	120 сек.		6 (1–60 сек.) 5 (61–80 сек.) 0 4
10	120 сек.		6 (1–60 сек.) 5 (61–80 сек.) 0 4
			Сумма

Субтест «Последовательные картинки»

На обратной стороне картинок каждой серии отмечают их последовательность при предъявлении (номер) и латинскими цифрами код. Эта информация существует только для экспериментатора. Вначале перед испытуемым раскладывается первая серия «Гнездо». Картинки кладутся в соответствии с номерами на обратной стороне. «Эти картинки расположены неправильно. Ваша задача расположить их в такой последовательности, чтобы у вас получился связный рассказ». Помощь при составлении серий оказывается только в первых двух сериях, и тогда, в случае повторного верного расположения картинок испытуемым, количество баллов уменьшается до двух. Лимитирование времени отмечено в таблице 3, а также код верного расположения картинок.

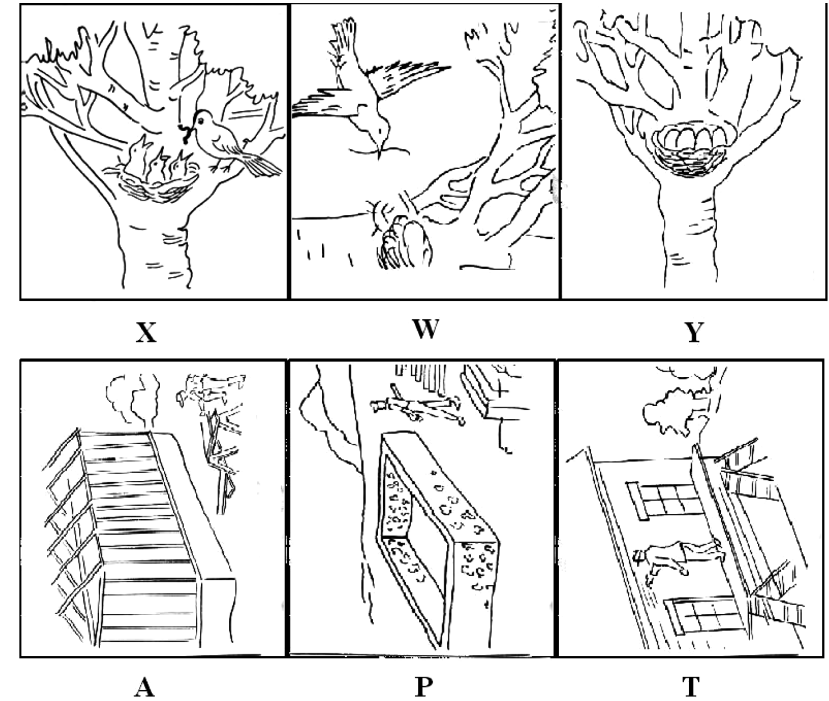
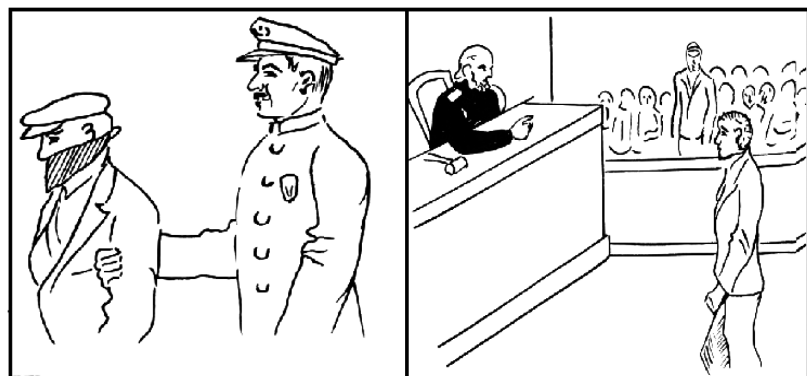


Рис. 36. Стимульный материал для субтеста «Последовательные картинки». Гнездо. Дом



D

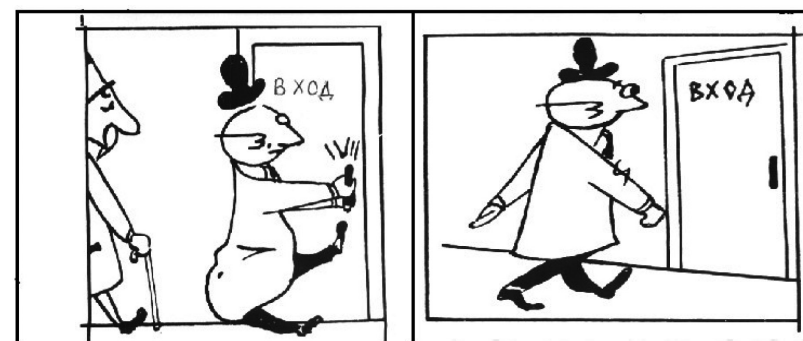
A



B

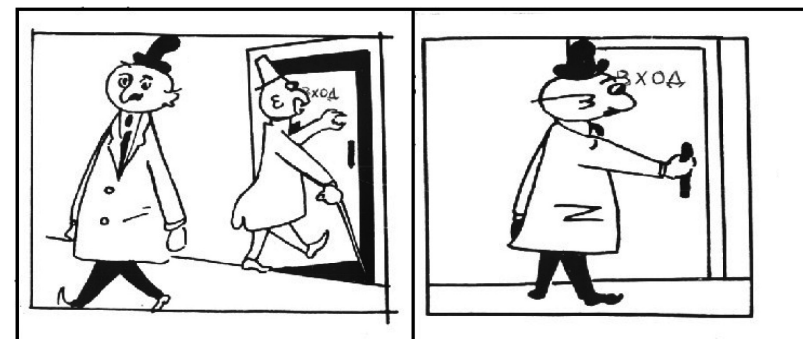
C

Рис. 37. Стимульный материал для субтеста «Последовательные картинки». Задержание



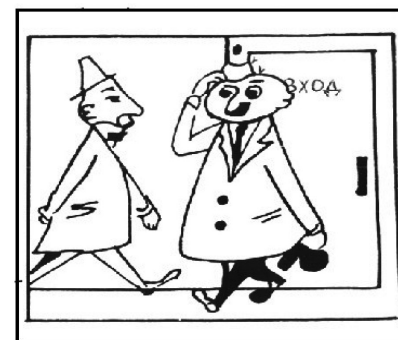
E

O



P

S



N

Рис. 38. Стимульный материал для субтеста «Последовательные картинки». Входная дверь

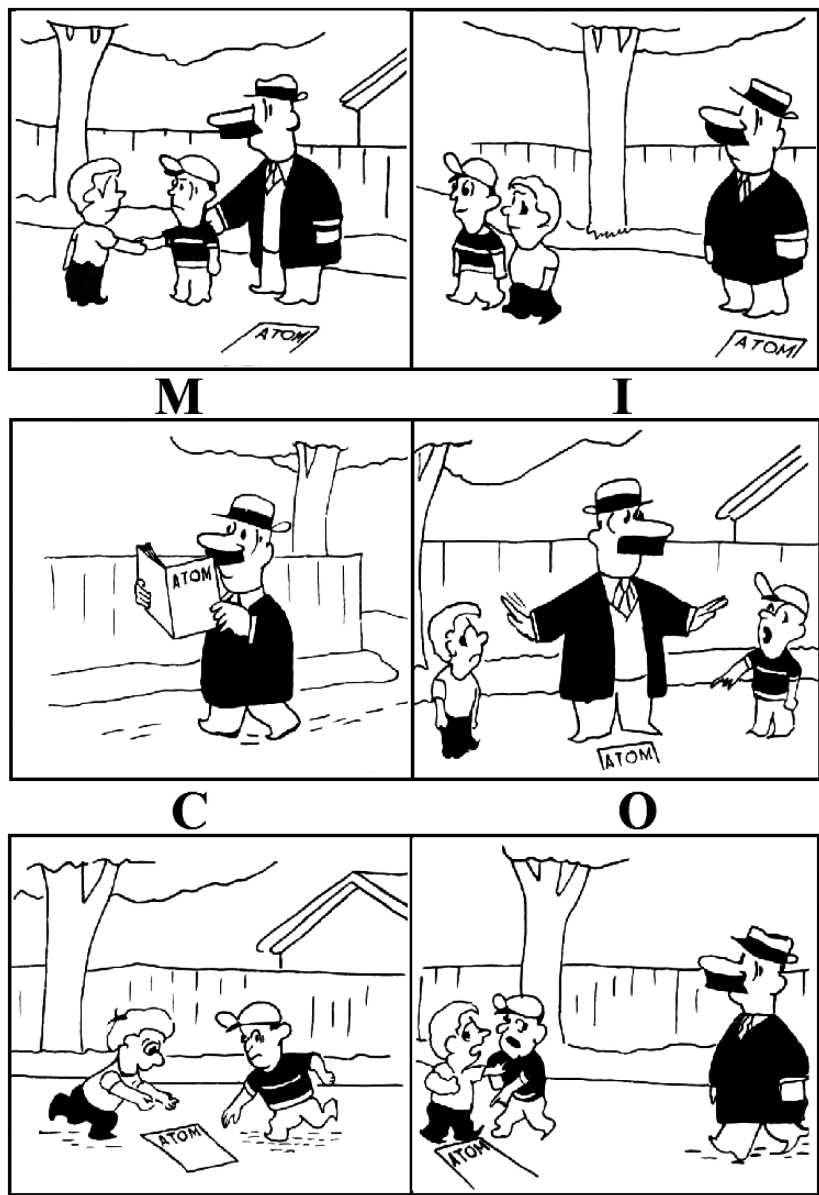


Рис. 39. Стимульный материал для субтеста «Последовательные картинки». Миротворец

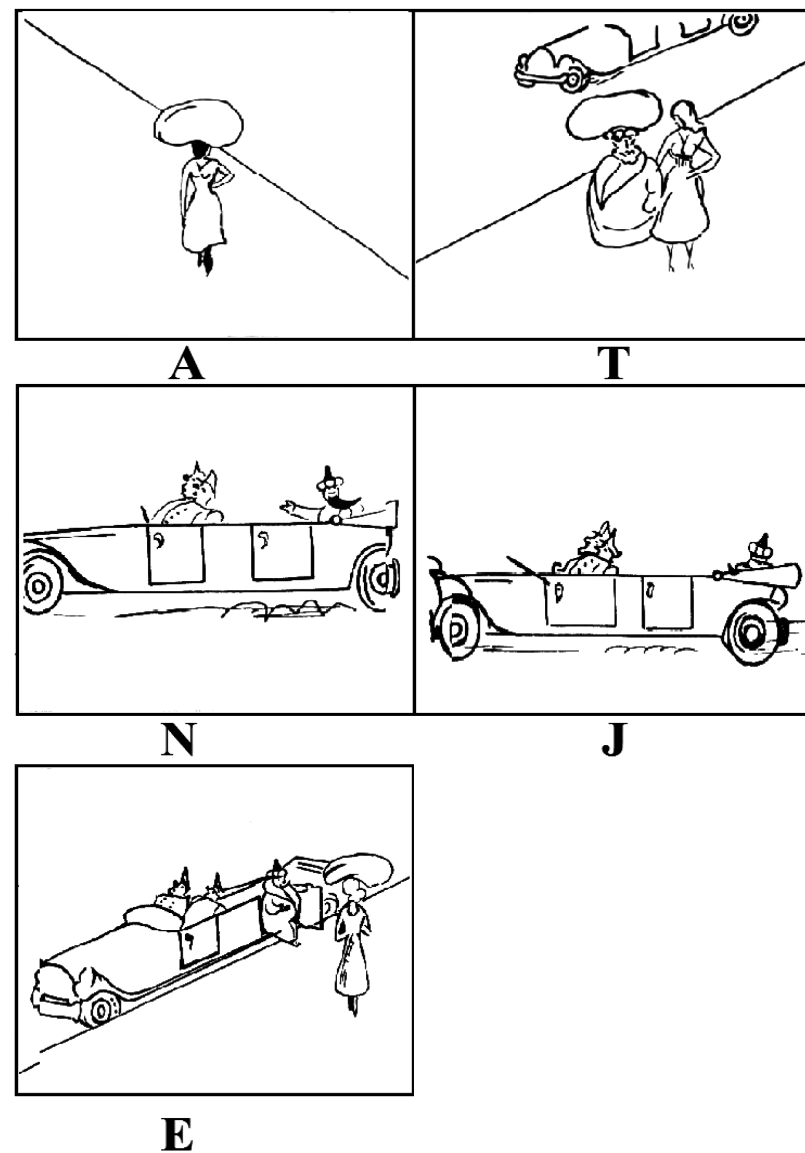


Рис. 40. Стимульный материал для субтеста «Последовательные картинки». Флирт

**Расчёт оценок по субтесту
«Последовательность картинок»**

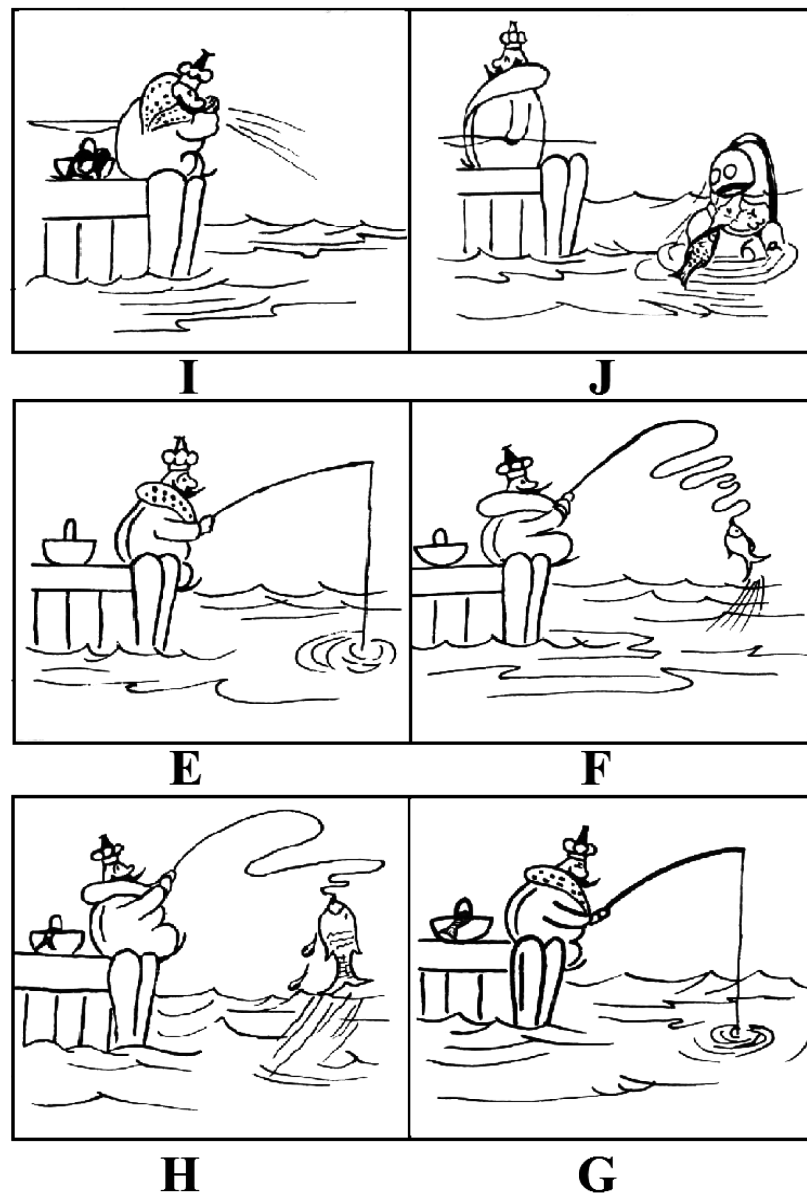


Рис. 41. Стимульный материал для субтеста
«Последовательные картинки». Рыбалка

№	Задание	Порядок	Время	Оценка
1	Гнездо 60 сек.			0 2 4 W X Y
2	Дом 60 сек.			0 2 4 P A T
3	Задержание 60 сек.			0 4 A B C D
4	Входная дверь 60 сек.			0 4 O P E N S
5	Миротворец 60 сек.			0 4 A T O M I C
6	Флирт 60 сек.			4 (JANET) 2 (JNAET, AJNET) 0
7	Рыбак 120			6 (1–25 сек.); 5(26– 40 сек.) 4 (EFGHIJ, EJFGHI) 2 (EGFHIJ) 0
8	Такси 120 сек.			6 (1–15 сек.); 5(16–25 сек.) 4 (SAMUEL, AMUELS) 2 (SALMUE) 0
Сумма				

Субтест «Сложение фигур»

Испытуемому предлагают последовательно сложить фигуры из разрезанных частей (человек, профиль, рука, слон).

Таблица 4

Расчёт оценок по субтесту «Сложение фигур»

№	Задание	Время	Время	Оценка										
				01234	5	6	7	8						
1	Человек	120 сек.			21-120	16-20	11-15	1-10						
2	Профиль	120 сек.		012345	6	7	8	9	46-120	11	12	13		
										36-45	26-35	1-25		
3	Рука	180 сек.		012345	6	7	8	9	10	11				
						51-180		41-50	31-40	1-30				
4	Слон	180 сек.		012345	6	7	8	9	10	11	12			
							51-180		31-50	21-30	1-20			
Сумма														

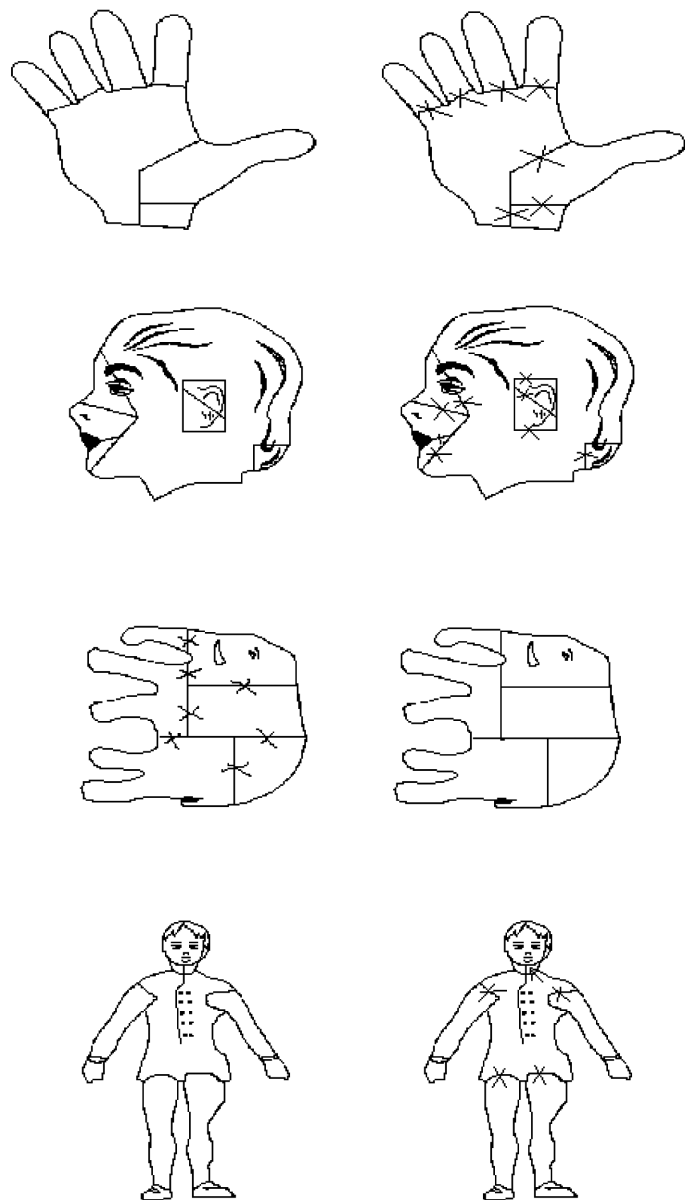


Рис. 42. Стимульный материал для субтеста «Сложение фигур»

Стандартный вариант обработки результатов, представленных выше субтестов заключается в подсчете первичных «сырых» оценок по каждому из них. Затем «сырые баллы» по соответствующим таблицам переводятся в стандартные по таблице 5 и отображаются в виде профиля. Сырые оценки суммируют и определяют по таблице 6 количественные показатели уровня сформированности семиотической функции. Качественные показатели сформированности семиотической функции определяются по классификации показателей сформированности семиотической функции, приведенной ниже.

Таблица 5

Таблица шкальных оценок

Шкала	Предварительные оценки по каждому из субтестов					Шкала
	1	2	3	4	5	
19	87–90					19
18	83–86	21		36	44	18
17	79–82		48	35	43	17
16	76–78	20	47	34	42	16
15	72–75		46	33	41	15
14	69–71	19	44–45	32	40	14
13	66–68	18	42–43	30–31	38–39	13
12	62–65	17	39–41	28–29	36–37	12
11	58–61	15–16	35–38	26–27	34–35	11
10	52–57	14	31–34	23–25	31–33	10
9	47–51	12–13	28–30	20–22	28–30	9
8	41–46	10–11	25–27	18–19	25–27	8
7	35–40	8–9	21–24	15–17	22–24	7
6	29–34	6–7	17–20	12–14	19–21	6
5	23–28	5	13–16	9–11	15–18	5
4	18–22	4	10–12	8	11–14	4
3	15–17	3	6–9	7	8–10	3
2	13–14	2	3–5	6	5–7	2
1	12	1	2	5	3–4	1
0	0–11	0	0–1	0–4	0–2	0

Таблица 6

Таблица вычисления итоговых показателей

Конструктивная оценка							
Оценка	IQ	Оценка	IQ	Оценка	IQ	Оценка	IQ
1	2	3	4	5	6	7	8
90	154	45	95	64	120	19	61
89	153	44	94	63	119	18	60
88	151	43	92	62	117	17	58
87	150	42	91	61	116	16	57
86	149	41	90	60	115	15	56
85	147	40	89	59	113	14	55
84	146	39	87	58	112	13	53
83	145	38	86	57	111	12	52
82	143	37	85	56	109	11	51
81	142	36	83	55	108	10	49
80	141	35	82	54	107	9	48
79	139	34	81	53	106	8	47
78	138	33	79	52	104	7	45
77	137	32	78	51	103	6	44
76	136	31	77	50	102	5	43

1	2	3	4	5	6	7	8
75	134	30	75	49	100	4	41
74	133	29	74	48	99	3	40
73	132	28	73	47	98	2	39
72	130	27	72	46	96	1	38
71	129	26	70				
70	128	25	69				
69	126	24	68				
68	125	23	66				
67	124	22	65				
66	123	21	64				
65	121	20	62				

Классификация показателей сформированности семиотической функции:

- 130 баллов и выше – очень высокий;
- 120–129 баллов – высокий;
- 110–119 баллов – хорошая норма;
- 90–109 баллов – средний;
- 80–89 баллов – плохая норма;
- 70–79 баллов – пограничная зона;
- 69 баллов и ниже – умственный дефект.

Примерная программа дисциплины «Знаково-символическая наглядность в обучении биологии»

(72 ч., ТРУДОЁМКОСТЬ–2 З.Е.)

Дисциплина «Знаково-символическая наглядность в обучении биологии» имеет своей целью содействие формированию и развитию педагогических способностей в составе профессиональной компетентности магистра педагогического образования на основе овладения содержанием дисциплины.

Задачи, решение которых обеспечивает достижение цели:

- формирование представлений о современных средствах знаково-символической наглядности, базовых знаний об истории применения знаково-символической наглядности в обучении биологии, а также способах деятельности со знаковыми средствами;
- обеспечение сознательного и прочного овладения студентами основами знаний о принципах и процессах визуализации учебной информации школьной дисциплины «Биология»;
- формирование целостного представления о принципах построения, функционирования, классификации современных знаково-символических средств;
- раскрытие роли знаково-символической наглядности в образовательном процессе;
- формирование навыков сознательного и рационального использования средств знаково-символической наглядности в учебной и профессиональной деятельности для решения прикладных образовательных задач.

Основное содержание

Тема 1. Теоретические основы использования знаково-символической наглядности в обучении биологии (32 ч.)

1.1. Общие представления о знаково-символических средствах в философии и психологии (8 ч.)

Дидактический принцип наглядного обучения. Наглядное обучение. Средства наглядности. Знак. Символ. Знаково-символическая модель. Знаково-символическая система. Главнейшие философские труды, посвящённые проблеме знаково-символических средств в познании.

1.2. Ретроспектива проблемы знаково-символической наглядности в теории и методике обучения биологии (8 ч.)

Исторический аспект введения знаково-символической наглядности в школьное биологическое образование. Труды известных методистов-биологов, основоположников идеи применения знаково-символической наглядности для развития биологических понятий. Работы, посвящённые проблеме знака и символа в современной методике обучения биологии.

1.3. Сущность, разновидности и новые формы биологической знаково-символической наглядности (16 ч.)

Знаково-символическая наглядность. Классификация средств знаково-символической наглядности. Знаково-символические средства, поясняющие изучаемое. Знаково-символические средства. Фреймы. Алгоритмы. Кластеры. Метапланы. Карты памяти.

Тема 2. Методика применения знаково-символической наглядности в обучении биологии (40 ч.)

2.1. Правила и принципы создания средств знаково-символической наглядности к урокам биологии (16 ч.)

Визуализация учебной информации. Концепция визу-

альной грамотности. Этапы процесса визуализации учебной информации. Технология интенсификации образовательной деятельности учащихся на основе схемно-знаковых моделей. Законы и принципы разработки биологической знаково-символической наглядности.

2.2. Методика применения знаково-символической наглядности на уроках биологии (24 ч.)

Психологические тесты, направленные на выявление уровня сформированности семиотической функции сознания. Особенности методики применения знаково-символической наглядности. Характеристика этапов урока биологии с использованием знаково-символической наглядности. Знаково-символическая деятельность на уроках биологии. Замещение. Кодирование. Схематизация. Моделирование.

Организация самостоятельной работы

Содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа проводится в следующих внеаудиторных условиях и включает в себя:

- изучение научно-методической литературы по проблеме применения средств знаково-символической наглядности в обучении биологии;
- изучение периодической печати по проблеме применения средств знаково-символической наглядности в обучении биологии;
- изучение передового и массового опыта педагогов-биологов в использовании современных учебных знаково-символических систем;
- разработку структурно-функциональной модели использования технологии интенсификации образовательной деятельности учащихся на основе схемно-знаковых моделей;
- использование технологии интенсификации образовательной деятельности учащихся на основе схемно-знаковых моделей в образовательном процессе по биологии;

– изучение разнообразия классификаций средств знаково-символической наглядности.

Типовые вопросы и задания для самостоятельной работы

(формируются с учётом интересов магистрантов)

1. Охарактеризуйте известные вам работы знаменитых психологов и философов, занимающихся изучением проблемы знаков и символов в теории познания. Кто впервые дал определение терминам «знак», «символ»?

2. Охарактеризуйте сходства и отличия категорий знака и символа.

3. Охарактеризуйте понятия «знаково-символическая модель», «знаково-символическая система».

4. Опишите механизм восприятия человеком знаково-символических моделей.

5. Расскажите о ретроспективе понятия «знаково-символическая наглядность».

6. Охарактеризуйте состояние проблемы знаково-символической наглядности в современной методике обучения биологии.

7. Охарактеризуйте взаимосвязь понятий «знаково-символическая наглядность» и «знаково-символическая деятельность».

8. Опишите разновидности знаково-символической наглядности в обучении биологии?

9. Приведите примеры современных и инновационных средств знаково-символической наглядности, обоснуйте их дидактическую функциональность.

10. Опишите возможности использования технологий визуализации учебной информации в процессе обучения биологии.

11. Расскажите об использовании в обучении кластеров, метапланов, карт памяти, фреймов, РИП.

12. Каковы основные проблемы, возникающие при внедрении в образовательный процесс знаковых средств?

13. Какие этапы выделяются в процессе визуализации учебной информации при обучении биологии?

14. Охарактеризуйте основные особенности применения технологии визуализации учебной информации на основе схемно-знаковых моделей.

15. Выскажите критические замечания по итогам анализа изучения опыта работы учителей по применению знаково-символической наглядности на уроках биологии.

16. Разработайте карту памяти, фрейм, кластер и метаплан к любой из тем курса «Общие биологические закономерности», обоснуйте эффективность созданных знаково-символических средств.

Сопровождение и контроль за самостоятельной работой

Результаты самостоятельной работы магистров находят отражение в систематическом контроле, который осуществляется на практических занятиях в процессе решения профессиональных задач, использования разнообразных форм контроля и самоконтроля.

Текущая и итоговая аттестация: беседа, наличие конспектов лекций и заданий практических занятий, тестирование, зачёт.

Список рекомендуемой литературы

1. Бадмаев Б.Ц. Психология и методика ускоренного обучения. М.: Изд-во «Владос-пресс», 2002. 272 с.
2. Ботвинников А.Д., Ломов Б.Ф. Научные основы формирования графических знаний, умений, навыков у школьников. М.: Педагогика, 1979. 123 с.
3. Гринкевич И.И. Зарисовки и схемы в преподавании биологии. Минск, 1962. 54 с.

4. Депортер Б., Хенаки М. Квантовое обучение: Разбудите спящего в вас гения! Минск: ООО «Попурри», 1998. 384 с.
5. Марасов А.Н. Методические рекомендации по составлению опорных конспектов на уроках биологии. Ульяновск: Изд-во УГПИ им. И. Н. Ульянова, 1989. 13 с.
6. Медовая А.П. Наглядность на уроках ботаники: пособие для учителей вечерних школ. М.: Просвещение, 1966. 78 с.
7. Минский М.П. Фреймы для представления знаний. М.: Знание, 1979. 164 с.
8. Паронджанов В.Д. Как улучшить работу ума: Алгоритмы без программистов – это очень просто! М.: Дело, 2001. 360 с.
9. Плахов И.А. Применение опорных конспектов при изучении биологии в 6–7 классах: методические рекомендации. Брянск: Изд-во «Дебрянск», 1995. 65 с.
10. Пономарёва И.Н. Общая методика обучения биологии: учеб. пособие для студ. пед. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 272 с.
11. Реброва Л.В., Прохорова Е.В. Активные формы и методы обучения биологии. Опорные конспекты по биологии: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1997. 159 с.
12. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. М.: Изд-во Московского университета, 1988. 284 с.

Учебное издание

**ЗНАКОВО-СИМВОЛИЧЕСКАЯ НАГЛЯДНОСТЬ
В ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ**

Методическое пособие

Редактор *Ж.В. Козуница*
Корректор *С.А. Бовкун*
Верстка *Н.С. Хасанишина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.
Редакционно-издательский отдел КГПУ,
т. 217-17-52, 217-17-82

Подписано в печать 30.11.2012.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 6,75. Тираж 100 экз. Заказ 491

Отпечатано ИПК КГПУ
т. 263-95-59