

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

А.В. Соловов, Меньшикова А.А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ**

Учебное пособие

САМАРА
СГАУ
2007

УДК 681.3
ББК 76.17
С 60



Инновационная образовательная программа "Развитие центра компетенции и подготовка специалистов мирового уровня в области аэрокосмических и геоинформационных технологий"

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. С. А. П и я в с к и й
д-р техн. наук, проф. В. Е. Г о д л е в с к и й

Соловов А. В.

С 60 **Методические основы электронных учебников:** учеб. пособие / *А. В. Соловов, А. А. Меньшикова.* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 68 с.: ил.

ISBN 978-5-7883-0484-7

Рассматривается ряд методических предложений, позволяющих перевести процесс проектирования электронных учебников, естественно не в полной мере, из сферы искусства и дидактических фантазий преподавателей-разработчиков на более обоснованную системно-технологичную платформу.

Пособие входит в комплекс учебно-методических материалов третьего модуля курса «Методы и технологии электронного дистанционного обучения». Подготовлено на кафедре общей информатики и в центре новых информационных технологий (ЦНИТ) СГАУ для факультета повышения квалификации преподавателей. Может быть полезно студентам, изучающим дисциплины, связанные с применением информационных и коммуникационных технологий в образовании.

УДК 681.3
ББК 76.17

ISBN 978-5-7883-0484-7

© Соловов А. В., Меньшикова А.А., 2007
© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2007

Аннотация

Рассматривается ряд методических предложений, позволяющих перевести процесс проектирования электронных учебников, естественно не в полной мере, из сферы искусства и дидактических фантазий преподавателей-разработчиков на более обоснованную системно-технологичную платформу

Пособие входит в комплекс учебно-методических материалов третьего модуля курса «Методы и технологии электронного дистанционного обучения». Подготовлено в центре новых информационных технологий (ЦНИТ) СГАУ для факультета повышения квалификации преподавателей. Может использоваться студентами, изучающими курсы по применению электронных технологий в образовании.

Предисловие

Понятие электронного учебника (ЭУ) является одним из самых нечетких терминов в проблематике электронного обучения. Появившись в начале 90-х годов, этот термин, несмотря на его "размытость", прижился и вот уже длительное время широко используется российским научно-образовательным сообществом. Причем понятие ЭУ имеет сугубо российские корни, отличаясь тем самым от многих других понятий электронного обучения.

Взгляды на это понятие разнообразны - от обыденного представления как электронной копии печатного (бумажного) аналога до объединения в нем разнообразных дидактических функций и соответственно большого спектра электронных средств поддержки обучения.

В данном курсе, как уже отмечалось ранее в учебном пособии по модулю 2, **под электронным учебником понимается программно-информационная система, предназначенная для самостоятельной, прежде всего теоретической подготовки с помощью компьютера и содержащая структурированную учебную мультимедиа информацию, систему упражнений для ее осмысления и закрепления, тесты для самоконтроля, сценарии интерактивной учебной работы и реализующие их компьютерные программы.**

Такое определение четко указывает дидактическую нишу ЭУ в ряду электронных обучающих средств (см. пособие по модулю 2). Его основное назначение - теоретическая подготовка на этапах осмысления и закрепления знаний. В качестве дополнительной дидактической функции следует еще отметить поддержку процесса восприятия учебного материала в ходе познавательной деятельности обучающихся, особенно если учебный материал представлен в разнообразной мультимедийной форме.

Отсюда следуют ключевые проблемы проектирования ЭУ: подготовка информационного описания теоретического материала (учебных текстов, эскизов графических иллюстраций, сценариев демонстрационно-иллюстрирующих программ и анимаций, видеоклипов и т.п.), создание упражнений для активизации процесса усвоения теории, разработка сценариев (алгоритмов управления) для организации эффективной целенаправленной познавательной деятельности учащихся.

Для разработки ЭУ обычно используют специальные инструментальные программные средства, называемые иногда авторскими системами. Степень совершенства той или иной авторской системы определяется сервисными возможностями по вводу, редактированию, компоновке текстовой части учебного материала, наличием шрифтов для математической символики, использованием графики, типами упражнений (с множественным выбором, с числовым ответом, с конструируемым ответом), включением элементов гипертекста, мультимедиа и т.п. Однако все эти "ухищрения" создателей авторских систем предоставляют разработчикам ЭУ лишь потенциальные возможности для реализации их дидактических идей. Проектирование ЭУ ведется за "столом" и является своего рода искусством, вследствие чего ЭУ, подготовленные разными авторами даже в одной авторской среде, могут существенно отличаться по их дидактической эффективности.

В данном пособии рассматривается ряд методических предложений, позволяющих перевести процесс проектирования ЭУ, естественно не в полной мере, из сферы искусства и дидактических фантазий преподавателей-разработчиков на более обоснованную системно-технологичную платформу, обеспечивая тем самым повышение качества и производительности разработки ЭУ.

1. Психологические механизмы усвоения знаний

При разработке сценариев ЭУ целесообразно учитывать психологические закономерности усвоения знаний, установленные в педагогической психологии и позволяющие повысить эффективность процесса обучения. Рассмотрим некоторые наиболее известные и "технологичные" теории усвоения.

1.1. Теория программированного обучения

В основу этой теории положена концепция бихевиоризма. В бихевиоризме (от лат. behavior — поведение) не рассматриваются внутренние процессы человеческого мышления. Изучается поведение, которое трактуется как сумма реакций на какие-либо ситуации. Один из основоположников бихевиоризма Э. Л. Торндайк (1874-1948) пытался описать обучение человека с помощью простых правил, справедливых одновременно и для животных. Среди этих правил выделим два закона, послуживших платформой для дальнейшего развития теории обучения.

Первый из них, названный *законом тренировки*, говорит о том, что, чем чаще повторяется определенная реакция на ситуацию, тем прочнее связь между ними, а прекращение тренировки (повторения) приводит к ослаблению этой связи.

Второй закон был назван *законом эффекта*: если связь между ситуацией и реакцией сопровождается состоянием удовлетворенности (удовольствия) индивида, то прочность этой связи возрастает и наоборот: прочность связи уменьшается, если результат действия приводит к состоянию неудовлетворенности.

В своей книге "Образование", опубликованной в 1912 году Торндайк писал: "Если бы при помощи хитроумных механических устройств можно было построить книгу так, чтобы вторая ее страница стала видимой лишь тому, кто выполнил предписание ее первой страницы, и т.д., то многое из того, что в настоящее время требует личных указаний преподавателя, могло бы быть переложено на плечи типографии".

В начале 20-х годов прошлого века д-р Сидней Пресси из университета штата Огайо (США) сконструировал механическое устройство для проверки и оценки усвоения материала на уровне простейших тестов. Позднее он обнаружил, что это устройство обладает и определенными обучающими возможностями. Устройство Пресси состояло из заданной последовательности вопросов, которые поочередно появлялись в демонстрационном отверстии. Учащийся выбирал один из готовых ответов, приведенных на карточке или листе бумаги, и нажимал кнопку, соответствующую этому ответу. Таким образом, применялся выборочный метод ответа (схема множественного выбора), причем только при правильном ответе перед учащимся появлялся следующий вопрос.

1.1.1. Линейное программирование

Но лишь в 50-х годах идеи Э.Л. Торндайка были трансформированы в конкретную теорию обучения. Опираясь на указанные выше два закона, Б.Ф. Скиннер (США) разработал весьма технологичную методику обучения, названную в дальнейшем *линейным программированием*. В основу своей методики Скиннер положил универсальную формулу

$S \rightarrow R \rightarrow P$,

где **S** - ситуация;

R - реакция;

P - подкрепление.

Учебный материал Скиннер предлагал разбивать на мелкие дозы, каждая из которых должна содержать одну ситуацию (задание). Ситуации должны быть настолько простыми (что почти автоматически обеспечивалось малостью доз учебного материала), чтобы реакции на них практически всегда были правильными. По мнению Скиннера, правильное выполнение учебного задания уже само по себе является положительным подкреплением и приводит учащегося в состояние удовлетворенности.

В текстах программированных учебных пособий Скиннера содержались пропуски (ситуации) - один пропуск на фразу из 2-3 строк. Пропущенные слова располагали на полях страницы. Учащийся, изучая такое пособие, сначала закрывал поля, читал текст, вставляя пропущенные слова, и сразу же проверял себя, открывая ответы. Тексты учебных пособий были написаны таким образом, чтобы в процессе их чтения обеспечивалось многократное повторение всех существенных элементов учебного материала.

Важной особенностью линейного программирования является то обстоятельство, что учащийся практически вписывает, т.е. "конструирует" ответ. Скиннер считал, что составленный самим учащимся ответ заставляет его более глубоко продумать материал и позволяет добиться лучшего понимания, чем при схеме множественного выбора.

Линейные программы бывают двух видов. Первый из них характеризуется тем, что учащийся изучает последующую порцию (дозу) учебной информации независимо от того, правильно ли выполнил задание по предыдущей порции. Другим видом линейной программы предусматривается выдача учащемуся очередной порции учебной информации только тогда, когда задание предыдущей порции будет выполнено правильно.

Применение программированных пособий Скиннера в профессионально-технических училищах США оказалось успешным: существенно сократилось время обучения, повысилась квалификация обучаемых рабочих. Однако здесь же обнаружились и недостатки методики линейного программирования:

- нудность и механистичность программированных текстов;
- отсутствие системности, целостности в восприятии учебного материала (большое количество мелких доз не способствует обобщениям);
- правильность выполнения простых заданий является положительным подкреплением лишь на первых порах чтения пособия, в дальнейшем правильное выполнение простых ситуаций уже не приносит чувства удовлетворенности;
- отсутствие адаптации (все ученики выполняют одну и ту же программу, идут по одной линии).

1.1.2. Разветвленное программирование

Значительной части этих недостатков лишена предложенная Н. А. Краудером (психологом Чикагского университета) схема *разветвленного программирования* (рис. 1.1).

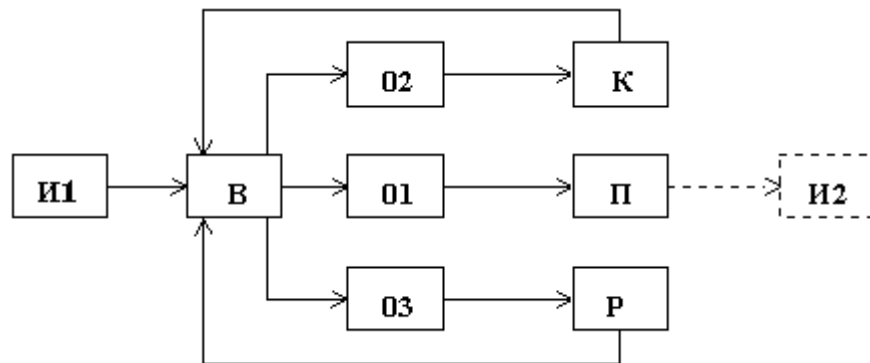


Рис. 1.1. Схема разветвленного программирования

Работа Краудера базировалась на опыте исследования проблем, связанных с обучением техников по обслуживанию навигационного оборудования самолетов в ВВС США. Краудер считал, что "малые шаги" в линейной программе и малая скорость развертывания материала при его подаче недостаточно эффективны для более способных и развитых учащихся. Он предложил увеличить дозу информации (**И1** на рис. 1.1) с 2-3 строк у Скиннера до примерно половины страницы. Типовая ситуация (задание) у Краудера состояла из вопроса (**В**) и трех вариантов ответов: **О1** — правильный ответ, **О2** — неточный ответ, **О3** — неправильный ответ. При неточном ответе учащийся отправлялся к корректирующей информации (**К**), при неправильном — ему давалось разъяснение, помощь (**Р**). При правильном ответе учащийся получал положительное подкрепление (**П**) и переходил к следующей дозе информации (**И2**).

Таким образом, схема разветвленного программирования имеет три пути: для сильных, средних и слабых учащихся. Причем способный учащийся пройдет материал гораздо быстрее, чем учащийся, которому придется обращаться к вспомогательным дозам информации, т.е. время, которое учащийся затратит на обучение, будет зависеть не только от скорости прохождения предложенных ему основных доз учебной информации, но и от количества информации, с которой ему придется иметь дело во вспомогательных дозах.

Разветвленное программирование основывается на схеме множественного выбора ответов. При этом преследуются следующие цели:

- проверить понимание только что изученного материала;
- выбрать путь исправления ошибки при неправильном ответе;
- привести дополнительное упражнение или объяснение по использованию рассмотренного понятия;
- активизировать работу учащегося при изучении учебной информации;
- поощрить учащегося при правильном ответе.

"Дифференциальные психологи" (последователи Краудера) придерживаются того взгляда, что обучение совершается путем ознакомления учащихся с новым материалом. Они не требуют сколько-нибудь детального знания истинной природы процесса познания, а утверждают, что обучение человека происходит с использованием множества различных путей в зависимости от способностей и запаса знаний отдельных учащихся, характера и объема изучаемого материала и взаимодействия этих факторов, а также от других, менее очевидных причин.

С разветвленным программированием обычно связывают схему множественного выбора ответов в упражнениях и тестах. Она является наиболее технологичной в плане подготовки и использования электронных средств. Хотя эта схема с когнитивной точки

зрения часто подвергается критике, некоторые психологи считают выборочные ответы такими же эффективными, как и конструируемые, особенно если учащийся уже имеет некоторое представление об изучаемом материале.

1.1.3. Адаптивное программирование

Одновременно со Скиннером и Краудером английский радиоинженер Гордон Паск проводил в университете штата Иллинойс (США) исследования процессов формирования навыков ручного труда. Он пришел к выводу, что невозможно придумать удовлетворительную программу для обучения навыкам без учета изменения отношения учащихся к предмету изучения, периодов повышенного интереса и усталости, чередующихся в процессе обучения. Его исследования положили начало адаптивному программированию.

Адаптивное программирование основано на гипотезе, что некоторое количество ошибок необходимо для обучения навыкам, т.е. если не будет сделано ошибок, эффект обучения будет меньше. При этом количество ошибок используется следующим образом:

- как только процент ошибок падает ниже определенного уровня, автоматически повышается степень трудности программы обучения;
- как только процент ошибок возрастает выше определенного уровня, автоматически понижается степень трудности.

Одновременно учащийся получает "указывающую информацию", которая помогает ему выбрать правильный ответ и предлагает дополнительные упражнения по тем вопросам, усвоение которых дается с наибольшим трудом.

В течение периода обучения обучающая программа накапливает сведения о точности ответов и скорости работы учащихся, по которым можно судить о материале, вызывающем наибольшие трудности при изучении.

1.1.4. Схема программированного обучения

Несмотря на острую критику за принципиальное невмешательство в мышление учащегося (бихевиористы управляют лишь его поведением), теория программированного обучения получила широкое распространение и была реализована в ряде технических обучающих устройств. И в настоящее время универсальная схема этой теории (ситуация → реакция → подкрепление) в ее линейной, разветвленной или адаптивной форме является стержневым элементом многих компьютерных обучающих программ (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Схема усвоения знаний в теории программированного обучения

1.2. Ассоциативно-рефлекторная теория усвоения

Ассоциацию в данной теории определяют как связь между психическими явлениями, при наличии которой актуализация одного явления вызывает появление другого. Таким образом, обучение в ассоциативно-рефлекторной теории трактуется как установление связей между различными элементами знания. Связи принято делить на внешние и внутренние. Внешние связи дают чисто механическое заучивание. Например, правило для запоминания цветового спектра: "Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан". Внутренние же, логические связи позволяют из одних элементов знания получать (выводить) другие элементы.

Необходимыми условиями для применения ассоциативно-рефлекторной теории усвоения являются наличие у учащихся определенного фундамента знаний и владение ими логическими операциями, позволяющими связывать между собой ранее изученные и новые элементы знания. Методику ассоциативно-рефлекторного обучения можно представить в виде схемы из шести следующих этапов (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Концептуальная схема ассоциативно-рефлекторной теории обучения

При конкретной реализации этой схемы в глобальном сценарии учебной работы с обучающей программой локальные сценарии каждого этапа могут быть построены на основе универсальной схемы программированного обучения (см. [рис.1.2](#)).

1.3. Теория поэтапного формирования умственных действий

Основы этой теории были заложены П.Я. Гальпериным и в дальнейшем были развиты в работах Н.Ф. Талызиной и других его последователей. В соответствии с этой теорией процесс обучения целесообразно планировать в виде схемы, состоящей из шести следующих этапов (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Алгоритм поэтапного формирования умственных действий

1.4. Концепция алгоритмизации

Основная сфера применения этой теории усвоения - изучение алгоритмов решения задач. Технологическая схема учебной работы по этой теории состоит из пяти этапов (рис. 1.5).

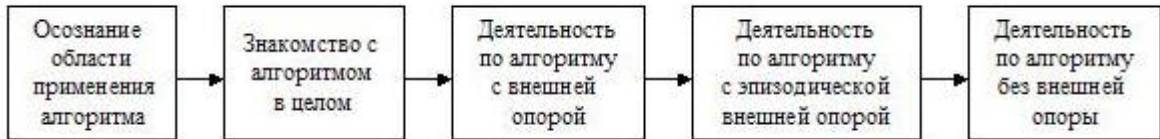


Рис. 1.5. Концепция алгоритмизации

1.5. Гештальтпсихология

В основу этого направления в психологии положено понятие гештальта (от нем. Gestalt - форма, образ, облик, конфигурация). Ведущим в гештальтпсихологии является принцип целостности, несводимости целого к сумме составляющих. Этот принцип очень важен при использовании мультимедиа, развитии правополушарного, образного мышления.

1.6. Рекомендации по применению психологических теорий усвоения

Следует четко понимать, что универсального психологического механизма усвоения не существует. Человеческая психика многообразна в своих проявлениях и не вписывается в схему. Поэтому при проектировании сценариев учебной работы целесообразно учитывать характеристики целевых групп обучающихся и цели обучения. Например, если требуется обучить операторов и при этом необходимо реализовать армейский принцип "Не знаешь - научим, не хочешь - заставим", то здесь уместно в полной мере использовать жесткую схему линейного программирования. Там, где необходимы размышления и умственные действия, более подходящими могут оказаться ассоциативно-рефлекторная концепция и теория поэтапного формирования умственных действий.

Жесткость любой схемы ныне во многих случаях неприемлема. Развитие принципов открытого образования, концепция личностно-ориентированного развития требуют создания таких сценариев автоматизированного обучения, в которых существенная роль в выборе траектории познавательного процесса принадлежит обучающемуся. Например, в ряде ситуаций более целесообразно предоставлять обучающемуся самому решать, выполнять ему упражнения после просмотра порции учебной информации или переходить к следующей порции информации.

При проектировании глобального сценария ЭУ целесообразно планировать в начале учебной работы создание у учащихся мотивации, знакомство с общей структурой учебного материала (теории алгоритмизации или поэтапного формирования умственных действий), напоминание, если это необходимо, ранее изученного материала (ассоциативно-рефлекторная теория). При разработке локальных сценариев (последовательности выполнения упражнений в ходе изучения отдельных учебных элементов) сначала планируются к выполнению упражнения со схемами, чертежами и другими графическими иллюстрациями (материализованная форма деятельности), а следом за ними - более абстрактные упражнения. Сценарии каждого упражнения целесообразно планировать в соответствии с универсальной схемой программированного обучения (см. [рис.1.2](#)). Учитывая дробный, порционный характер этой процедуры обучения, необходимо также предусматривать в глобальном сценарии промежуточные и завершающий обобщающие этапы.

2. Иллюстративная и когнитивная функции мультимедиа

Развитие электронных средств мультимедиа открывает для сферы обучения принципиально новые дидактические возможности. Так, системы интерактивной графики, анимации, цифрового видео позволяют в процессе анализа изображений управлять их содержанием, формой, размерами, цветом и другими параметрами для достижения наибольшей наглядности. Применение мультимедиа в электронном обучении не только увеличивает скорость передачи информации учащимся и повышает уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция, профессиональное "чутье", образное мышление. Эти и ряд других возможностей слабо еще осознаны педагогами, в том числе и разработчиками систем электронного обучения, что не позволяет в полной мере использовать учебный потенциал мультимедиа.

Воздействие интерактивной компьютерной графики на интуитивное, образное мышление привело к возникновению нового направления в проблематике искусственного интеллекта, названного когнитивной (т.е. способствующей познанию) компьютерной графикой. В наших работах когнитивные аспекты компьютерной графики были исследованы применительно к компьютерным системам учебного назначения и в дальнейшем обобщены на более широкий спектр мультимедиа информации.

2.1. Дуализм мышления

Человеческое сознание использует два механизма мышления. Один из них позволяет работать с абстрактными цепочками символов, с текстами и т.п. Этот механизм мышления обычно называют символическим, алгебраическим или логическим. Второй механизм мышления обеспечивает работу с чувственными образами и представлениями об этих образах. Его называют образным, геометрическим, интуитивным. Физиологически логическое мышление связано с левым полушарием человеческого мозга, а образное мышление - с правым полушарием.

Основные различия в работе полушарий головного мозга человека обнаружил американский ученый Р. Сперри, который однажды в лечебных целях рискнул рассечь межполушарные связи у больных эпилепсией. Человек, у которого было "отключено" правое полушарие, а "работало" левое, сохранял способность к речевому общению, правильно реагировал на слова, цифры и другие условные знаки, но часто оказывался беспомощным, когда требовалось что-то сделать с предметами материального мира или их изображениями. Когда же работало одно "правое" полушарие, пациент легко справлялся с такими задачами, хорошо разбирался с произведениями живописи, в мелодиях и интонациях речи, ориентировался в пространстве, но терял способность понимать сложные речевые конструкции и совершенно не мог сколько-нибудь связно говорить.

Каждое из полушарий человеческого мозга является самостоятельной системой восприятия внешнего мира, переработки информации о нем и планирования поведения в этом мире. Левое полушарие представляет собой как бы большую и мощную ЭВМ, имеющую дело со знаками и процедурами их обработки. Речь, мышление словами, рационально-логические процедуры переработки информации и т.п. - все это реализуется именно в левом полушарии. В правом же полушарии реализуется мышление на уровне чувственных образов: эстетическое восприятие мира, музыка, живопись, ассоциативное узнавание, рождение принципиально новых идей и открытий и т.п. Весь тот сложный механизм образного мышления, который нередко определяют одним термином "интуиция", и является правополушарной областью деятельности мозга.

Нередко правополушарное мышление связывают с деятельностью в искусстве. Иногда это мышление даже называют художественным. Однако и более формализованные виды деятельности в существенной мере используют интуитивный механизм мышления. Любопытны высказывания крупных ученых о роли интуиции в научной деятельности. "Подлинной ценностью, - говорил А. Эйнштейн, - является, в сущности, только интуиция. Для меня не подлежит сомнению, что наше мышление протекает, в основном, минуя символы (слова) и к тому же бессознательно". А. Пуанкаре высказывается еще более определенно: " ... для того, чтобы создать арифметику, как и для того, чтобы создать геометрию, или какую бы то ни было науку, нужно нечто другое, чем чистая логика. Для обозначения этого другого у нас нет иного слова, кроме слова "интуиция".

Различие между двумя механизмами мышления можно проиллюстрировать принципами составления связного текста из отдельных элементов информации: левополушарное мышление из этих элементов создает однозначный контекст, т.е. из всех бесчисленных связей между предметами и явлениями оно активно выбирает только некоторые, наиболее существенные для данной конкретной задачи. Правополушарное же мышление создает многозначный контекст, благодаря одновременному охватыванию практически всех признаков и связей одного или многих явлений. Иными словами логико-знаковое мышление вносит в картину мира некоторую искусственность, тогда как образное мышление обеспечивает естественную непосредственность восприятия мира таким, каков он есть.

Человеческое мышление и человеческое поведение обусловлено совместной работой обоих полушарий человеческого мозга. В одних ситуациях преобладает логический

компонент мышления, в других — интуитивный. По мнению психологов все люди делятся на три группы: с преобладающим "левополушарным" мышлением, с "правополушарным", со смешанным мышлением. Это разделение генетически предопределено, и существуют специальные тесты для определения склонности к тому или иному типу мышления.

Описанные выше фундаментальные различия между лево- и правополушарной стратегией переработки информации имеют прямое отношение к формированию различных способностей. Так, для творчества, т.е. для преодоления традиционных представлений, необходимо восприятие мира во всей его целостности, что предполагает развитие способностей к организации многозначного контекста (образного мышления). Существуют многочисленные наблюдения, что для людей, сохраняющих способности к образному мышлению, творческая деятельность менее утомительна, чем рутинная, монотонная работа. Люди же, не выработавшие способности к образному мышлению, нередко предпочитают выполнять механическую работу, причем она им не кажется скучной, поскольку они как бы "закрепощены" собственным формально-логическим мышлением. Отсюда ясно, как важно с ранних пор правильно строить воспитание и обучение, чтобы оба нужных человеку типа мышления развивались гармонично, чтобы образное мышление не оказалось скованным логикой, чтобы развивался творческий потенциал человека.

Однако в разработке компьютерных систем автоматизации профессиональной деятельности, в том числе и учебного назначения, обычно имеет место "левополушарный крен". Явление это не такое уж безобидное. Опасность чрезмерной компьютеризации уже давно видится не в том, что компьютеры вытеснят человека из сферы интеллектуальной деятельности, а в том, что человек, все более втягиваясь во взаимодействие с компьютером, станет мыслить как машина.

Негативное, порой, влияние компьютеризации профессиональной подготовки во многом объясняется слабым воздействием используемых компьютерных систем на интуитивный, образный механизм мышления. В связи с этим четкое выделение неявных, подсознательных компонентов знания позволяет также четко ставить задачу их освоения, формулировать соответствующие требования к методам и средствам обучения, в том числе и к технологиям мультимедиа.

2.2. О различиях в иллюстративной и когнитивной функциях мультимедиа

Интерпретируя рассмотренные выше различия между лево- и правополушарным механизмами мышления применительно к познавательной деятельности учащихся, можно сделать вывод о том, что логическое мышление выделяет лишь некоторые, наиболее существенные элементы знания и формирует из них однозначное представление об изучаемых объектах и процессах, в то время как подсознание обеспечивает целостное восприятие мира во всем его многообразии. Вспомним понятие гештальта (от нем. Gestalt - форма, образ, облик, конфигурация) и весьма плодотворного принципа целостности, несводимости целого к сумме составляющих в гештальтпсихологии.

Исходя из этого различия, можно выделить две функции мультимедиа - иллюстративную и когнитивную.

Иллюстративная функция обеспечивает поддержку логического мышления. В этом случае объект мультимедиа подкрепляет, иллюстрирует какую-то четко выраженную мысль, свойство изучаемого объекта или процесса, т.е. то, что уже сформулировано преподавателем-разработчиком.

Когнитивная же функция состоит в том, чтобы с помощью некоего объекта мультимедиа получить новое, т.е. еще не существующее даже в голове специалиста знание или, по крайней мере, способствовать интеллектуальному процессу получения этого знания.

Эта принципиальная идея различия иллюстративной и когнитивной функций мультимедиа хорошо вписывается, в частности, в рассмотренную выше психолого-педагогическую модель классификации электронных обучающих средств (см. пособие модуля 2). Иллюстративная функция мультимедиа реализуется в учебных системах декларативного типа при передаче учащимся артикулируемой части знания, представленной в виде заранее подготовленной информации с графическими, анимационными, аудио- и видеоиллюстрациями. В качестве примера на [рис.2.1](#) приведены фрагменты простой, но очень наглядной анимации из электронного учебника по органической химии, иллюстрирующей свойство гибкости полимеров, как следствие скрученного характера макромолекул.

Когнитивная же функция мультимедиа проявляется в системах процедурного типа, когда учащиеся "добывают" знания с помощью исследований на математических моделях изучаемых объектов, причем, поскольку этот процесс формирования знаний опирается на интуитивный, правополушарный механизм мышления, сами эти знания в существенной мере носят личностный характер. Каждый человек формирует приемы подсознательной умственной деятельности по-своему. Современная психологическая наука не располагает строго обоснованными способами формирования творческого потенциала человека, пусть даже профессионального. Одним из известных эвристических подходов к развитию интуитивного профессионально-ориентированного мышления является решение задач исследовательского характера. Применение учебных компьютерных систем процедурного типа (интеллектуальных тренажеров, виртуальных учебных лабораторий и пакетов прикладных программ) позволяет в существенной мере интенсифицировать этот процесс, устранив из него рутинные операции, сделать возможным проведение различных экспериментов на математических моделях.

Трудно переоценить в этих учебных исследованиях роль компьютерной графики. Именно графические изображения хода и результатов экспериментов на математических моделях позволяют каждому учащемуся сформировать свой образ изучаемого объекта или явления во всей его целостности и многообразии связей. Несомненно, также, что компьютерные изображения выполняют при этом, прежде всего, когнитивную, а не иллюстративную функцию, поскольку в процессе учебной работы с компьютерными системами процедурного типа у учащихся формируются сугубо личностные, т.е. не существующие в таком виде ни у кого, компоненты знаний.

В качестве примера рассмотрим некоторые типовые изображения, используемые в интеллектуальном тренажере по проектированию силовых схем механических конструкций, типовые сценарные схемы которого будут рассмотрены в модуле 5. На [рис.2.2](#) представлено оптимальное распределение материала и внутренних усилий в теоретически оптимальной конструкции пластины, три стороны которой жестко закреплены, а к свободной стороне приложена сосредоточенная нагрузка.

Когнитивный характер данных изображений определяют три фактора. Во-первых, они весьма наглядно, в доступной и адекватной для механики конструкций форме отображают поля физических параметров, полученные в результате трудоемких формальных вычислений на многомерных дискретных математических моделях метода конечных элементов.

Во-вторых, целостное представление большого количества данных о конструкции и ее напряженном состоянии позволяет учащимся выявить основные закономерности, побуждает к формированию гипотез и проведению исследований. В данной задаче, например, соотношение размеров пластины подобрано таким образом, чтобы передача внешней нагрузки осуществлялась как на стенки, так и на дно своеобразного плоского "ящика", что явно прослеживается на графических картинах. Нетрудно также догадаться и, используя пакет прикладных программ оптимизации тренажера, проверить догадку, как следует изменить конфигурацию пластины, чтобы внешняя нагрузка уравнивалась только на дне или на стенках этого "ящика".

И, наконец, третий, самый важный фактор когнитивного характера представленных изображений. Анализ таких картин в сочетании с предшествующим эвристическим проектированием силовых схем для различных условий опирания и нагружения конструкций очень эффективно, как показывает многолетний опыт эксплуатации тренажера, развивает у учащихся профессиональную интуицию, конструкторское "чутье" по выбору рациональных траекторий передачи внутренних усилий в конструкциях.

Однако когнитивная функция мультимедиа может быть реализована и в учебных системах декларативного типа. Например, при первом знакомстве с каким-либо техническим объектом создать его целостный образ в сознании учащихся можно с помощью натуральных видеофрагментов (см., например, виртуальный учебный кабинет конструкции самолетов, фрагменты которого приведены в модуле 2). Такой же методический прием широко используется в электронном учебнике по физической культуре при изучении методики выполнения физических упражнений ([рис.2.3](#)). Еще один пример из этого ЭУ - flash-анимация механизма "мышечного насоса" в кровеносной системе человека, имеющая элементы когнитивного характера ([рис.2.4](#)).

Конечно, различия между иллюстративной и когнитивной функциями мультимедиа достаточно условны. Нередко обычная графическая иллюстрация, анимация или видеофрагмент может натолкнуть каких-то учащихся на новую мысль, позволит увидеть некоторые элементы знания, которые не "вкладывались" преподавателем-разработчиком учебной компьютерной системы декларативного типа. Таким образом, иллюстративная по замыслу функция мультимедиа объекта превращается в функцию когнитивную. С другой стороны, когнитивная функция компьютерного изображения при первых экспериментах с учебными системами процедурного типа в дальнейших экспериментах может превращаться в функцию иллюстративную для уже "открытого" и, следовательно, уже не нового свойства изучаемого объекта.

Тем не менее, принципиальные отличия в логическом и интуитивном механизмах мышления человека, вытекающие из этих различий формы представления знаний и способы их освоения делают полезным в методологическом плане различение иллюстративной и когнитивной функций мультимедиа и позволяют более четко формулировать дидактические задачи мультимедиа объектов при разработке компьютерных систем учебного назначения.

2.3. Интерактивность мультимедиа объектов

Компьютер как средство пассивного отображения объектов мультимедиа не обладает принципиальной новизной в дидактическом плане. Принципиально новой для сферы обучения является интерактивность, благодаря которой учащиеся могут в процессе анализа мультимедиа объектов динамически управлять их содержанием, формой, размерами и цветом, рассматривать их с разных сторон, приближать и удалять, останавливать и вновь запускать с любого места, менять характеристики освещенности и проделывать другие подобные манипуляции, добиваясь наибольшей наглядности. Желательно иметь также возможность выбирать форму визуального представления информации.

Возможность управлять мультимедиа объектами активизирует учебную деятельность учащихся. Учащийся может передвигать иллюстрации по экрану, размещая в наиболее удобном для него месте, компоновать их вместе с текстом, закрывать и вновь открывать, прочитывать текст, параллельно рассматривая нужные ему иллюстрации и т.п. Таким образом создаются предпосылки для наиболее удобного, причем индивидуально для каждого учащегося, восприятия учебной информации.

Следовательно, интерактивность предоставляет возможности не только для пассивного восприятия информации, но и для активного исследования характеристик мультимедиа моделей изучаемых объектов или процессов. Процесс учебной деятельности при этом приближается по своим дидактическим условиям к работе с компьютерными системами процедурного типа. Поэтому интерактивность придает мультимедиа когнитивный характер, вносит игровые и исследовательские компоненты в учебную работу, естественным образом побуждает учащихся к глубокому и всестороннему анализу свойств изучаемых объектов и процессов.

Хорошие интерактивные возможности предоставляет Flash-технология фирмы Macromedia, которая позволяет достаточно просто, на основе типовых приемов, создавать управляемые двумерные анимации. Например, для демонстрации "скрытых" схем работы элементов ректификационной колонны во flash-анимации, фрагменты которой показаны на [рис.2.5](#), используется интерактивная лупа.

Язык VRML (Virtual Reality Modeling Language) открывает дверь, за которой вместо плоских двумерных изображений оказываются трехмерные интерактивные миры. Использование специальных проигрывателей VRML в качестве Plug-in (а в современных версиях браузеров эти проигрыватели входят в состав типового программного обеспечения) позволяет управлять трехмерными виртуальными моделями. Программа просмотра VRML - это ваш проводник, позволяющий не только прогуливаться, но и даже совершать некоторые действия в открывшемся перед вами мире. Возможность управлять графическим объектом (передвигать его по экрану, рассматривать со всех сторон, изменять его форму, выполнять какие-либо другие действия с ним) существенно усиливает когнитивную функцию компьютерной графики и анимации за счет более глубокого воздействия на подсознание обучающихся ([рис.2.6](#)).

В качестве примера на [рис.2.7](#) показаны фрагменты интерактивного взаимодействия с виртуальной моделью из электронного учебника по органической химии для средней школы. Заметим, что этот учебник содержит большое количество мультимедиа объектов различного типа: статическую графику, двумерные и трехмерные анимации, интерактивные трехмерные VRML-модели молекул, Flash-анимации, фрагменты видеофильмов. Дело в том, что при изучении органической химии очень важны когнитивные функции мультимедиа, которые позволяют каждому учащемуся формировать свои собственные ассоциации пространственного строения органических соединений во всей их целостности и многообразии связей. Понимание особенностей строения вещества позволяет учащимся прогнозировать (а не заучивать!) его химические и физические свойства.

2.4. Резюме

Выделение когнитивной функции мультимедиа имеет большое значение для развития интуитивного, образного мышления, чрезвычайно важного для многих сфер профессиональной деятельности. Понимание этой роли мультимедиа позволит педагогам более четко формулировать требования к мультимедиа объектам, используемым в компьютерных системах учебного назначения, устранить ряд негативных факторов, присущих практике компьютеризации обучения, и более полно реализовать дидактический потенциал электронных технологий.

3. Элементы управления в сценариях обучающих программ

С позиций педагогической психологии объектом обучения является психика. Один из краеугольных законов этой науки говорит, что психика проявляется, формируется и развивается только в деятельности. Исходя из этого, понятие обучения нередко определяют как *управление познавательной деятельностью* учащихся с целью формирования у них определенных знаний, умений и навыков, развития личностных качеств.

В соответствии с постулатами общей теории управления в любых циклических замкнутых системах управления, в том числе и в педагогических, должны быть реализованы следующие функции:

- 1) формирование целей управления;
- 2) установление исходного состояния объекта управления;
- 3) определение программы воздействий, предусматривающей основные переходные состояния объекта управления;
- 4) систематический сбор информации обратной связи;
- 5) переработка информации обратной связи с целью выработки и реализации корректирующих воздействий.

Остановимся более подробно на особенностях понятия обратной связи, присущих педагогическим системам. Обратную связь (ОС) в триаде "Педагог - Обучающая программа - Обучаемый" можно разделить на два вида: *внешняя и внутренняя ОС* (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Схема взаимодействия в триаде "Педагог - Обучающая программа - Обучаемый"

Внутренняя ОС - это информация, которая поступает от обучающей программы к ученику в ответ на его действия при выполнении упражнений. Она предназначена для *самокоррекции* учеником своей учебной деятельности. Понятие внутренней ОС имеет исключительно важное значение для автоматизации процесса обучения. Внутренняя ОС дает возможность ученику сделать осознанный вывод об успешности или ошибочности учебной деятельности. Она побуждает ученика к рефлексии, является стимулом к дальнейшим действиям, помогает оценить и скорректировать результаты учебной деятельности. Различают консультирующую и результативную внутреннюю ОС. Консультация может быть разной: помощь, разъяснение, подсказка, наталкивание и т.п. Результативная ОС также может быть различной: от "верно - неверно" до демонстрации правильного результата или способа действия ([рис.3.2](#)).

Информация внешней ОС в рассматриваемой триаде поступает к педагогу и используется им для коррекции деятельности ученика и обучающей программы ([рис.3.3](#)).

Заметим, что эти общие положения для любых видов обучающих программ реализуются в ЭУ при выполнении упражнений в ходе компьютерного тренинга и контроля.

4. Подготовка тестов

При проектировании электронных учебников значительная часть работы приходится на создание *тестов*. Они используются в ***тренирующих и контрольных упражнениях***. Тренирующее упражнение - это тест, обязательно сопровождаемый внутренней ОС. Контрольное упражнение - это тоже тест, но уже не сопровождаемый внутренней ОС.

Подготовка тестов для тренирующих и контрольных упражнений - это наиболее трудоемкое дело в создании электронного учебника, требующее высокого педагогического мастерства от преподавателя-разработчика. Для каждого УЭ необходимо придумать не только подходящие задания для его усвоения, но и определенным образом расположить и ранжировать их, выбрать форму упражнений (с выборочным, числовым, конструируемым ответами), подготовить эталоны ответов и предусмотреть типовые ошибки.

4.1. Структура теста

Тест = Задание + Эталон.

Если в тесте отсутствует *эталон*, то оценка правильности теста подвержена иллюзиям глазомера и субъективным суждениям. А без оценки правильности выполнения теста невозможно провести диагностику и измерение при контроле, сформировать внутреннюю ОС при тренинге.

4.2. Общие требования к тестам

Выделяют пять общих требований к тестам:

- валидность;
- определенность (общепонятность);
- простота;
- однозначность;
- надежность.

Различают содержательную и функциональную *валидность*: первая - это соответствие теста содержанию контролируемого учебного материала, вторая - соответствие теста оцениваемому уровню деятельности.

Выполнение требования *определенности* (общедоступности) теста необходимо не только для понимания каждым учеником того, что он должен выполнить, но и для исключения правильных ответов, отличающихся от эталона.

Требование *простоты* теста означает, что тест должен иметь одно задание одного уровня, т.е. не должен быть комплексным и состоять из нескольких заданий разного уровня усвоения.

Однозначность определяют как одинаковость оценки качества выполнения теста разными экспертами. Для выполнения этого требования тест должен иметь эталон. Для измерения степени правильности используют следующую характеристику:

$$K = P1/P2,$$

где $P1$ — количество правильно выполненных существенных операций в тесте или батарее тестов;

$P2$ — общее количество существенных операций в тесте или батарее тестов.

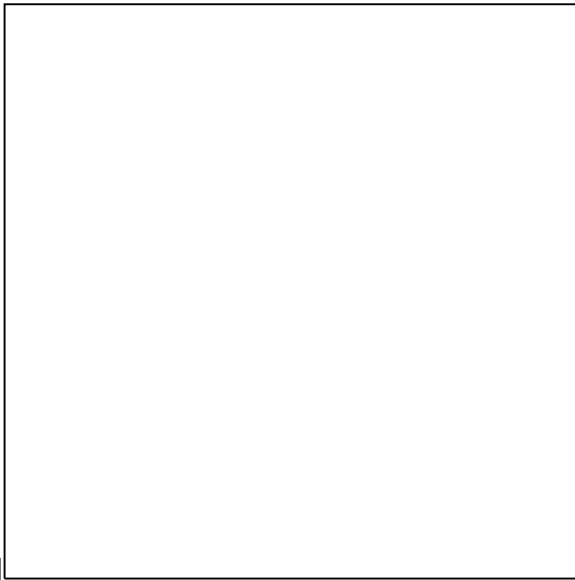
Существенными считают те операции в тесте, которые выполняются на проверяемом уровне усвоения α . Операции, принадлежащие к более низкому уровню по α , в число существенных не входят.

При $K\alpha \geq 0.7$ считают, что деятельность на данном уровне усвоена.

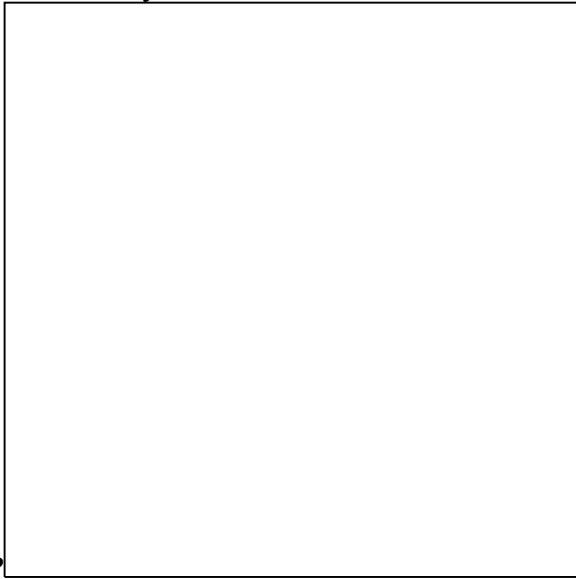
Понятие *надежности* тестирования определяют как вероятность правильного

измерения величины $K\alpha$

Количественный

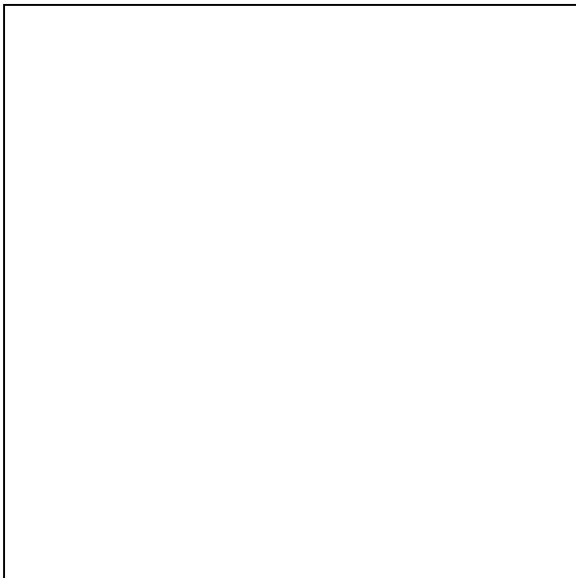


показатель надежности $r \in [0,1]$. Требование надежности заключается в обеспечении устойчивости результатов многократного тестирования одного и того же испытуемого. Надежность теста или батареи тестов растет с увеличением количества существенных операций



P

Так, для $\alpha = 1$

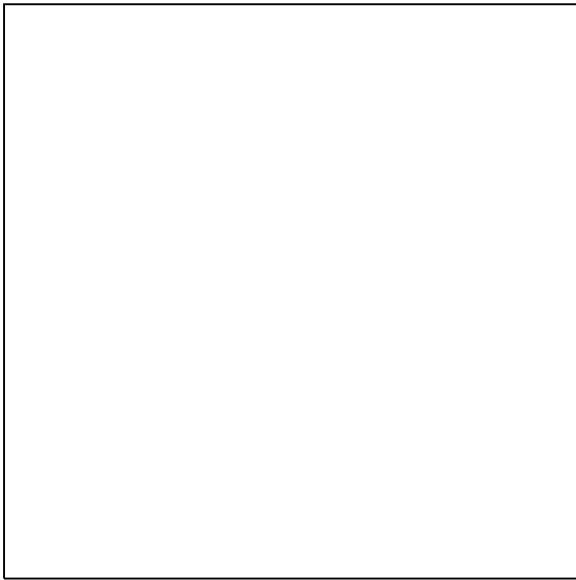


при

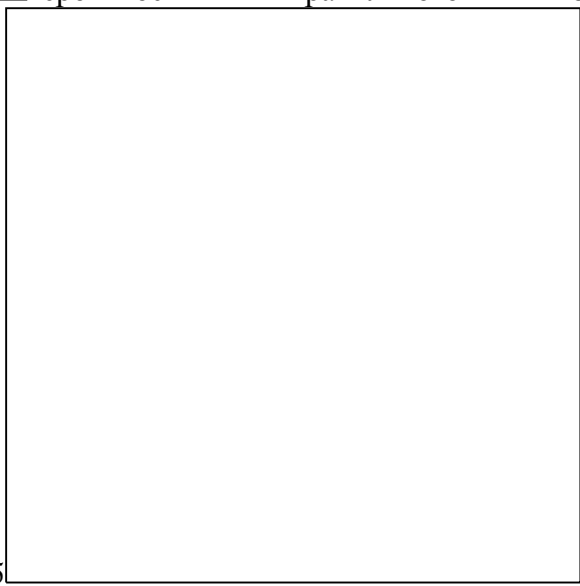
P

=

20

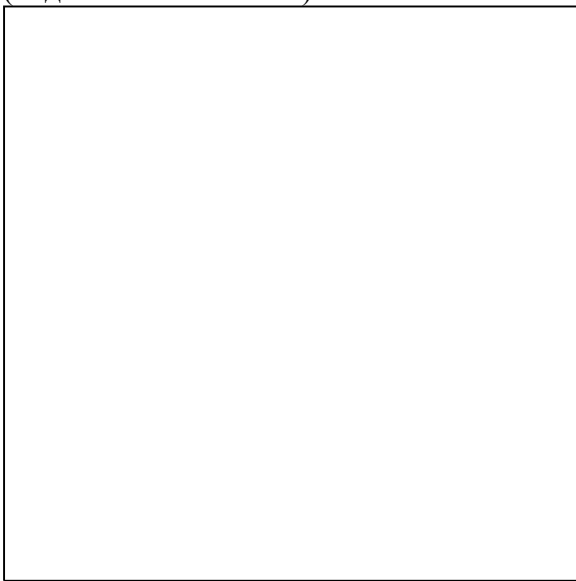


вероятность правильного измерения

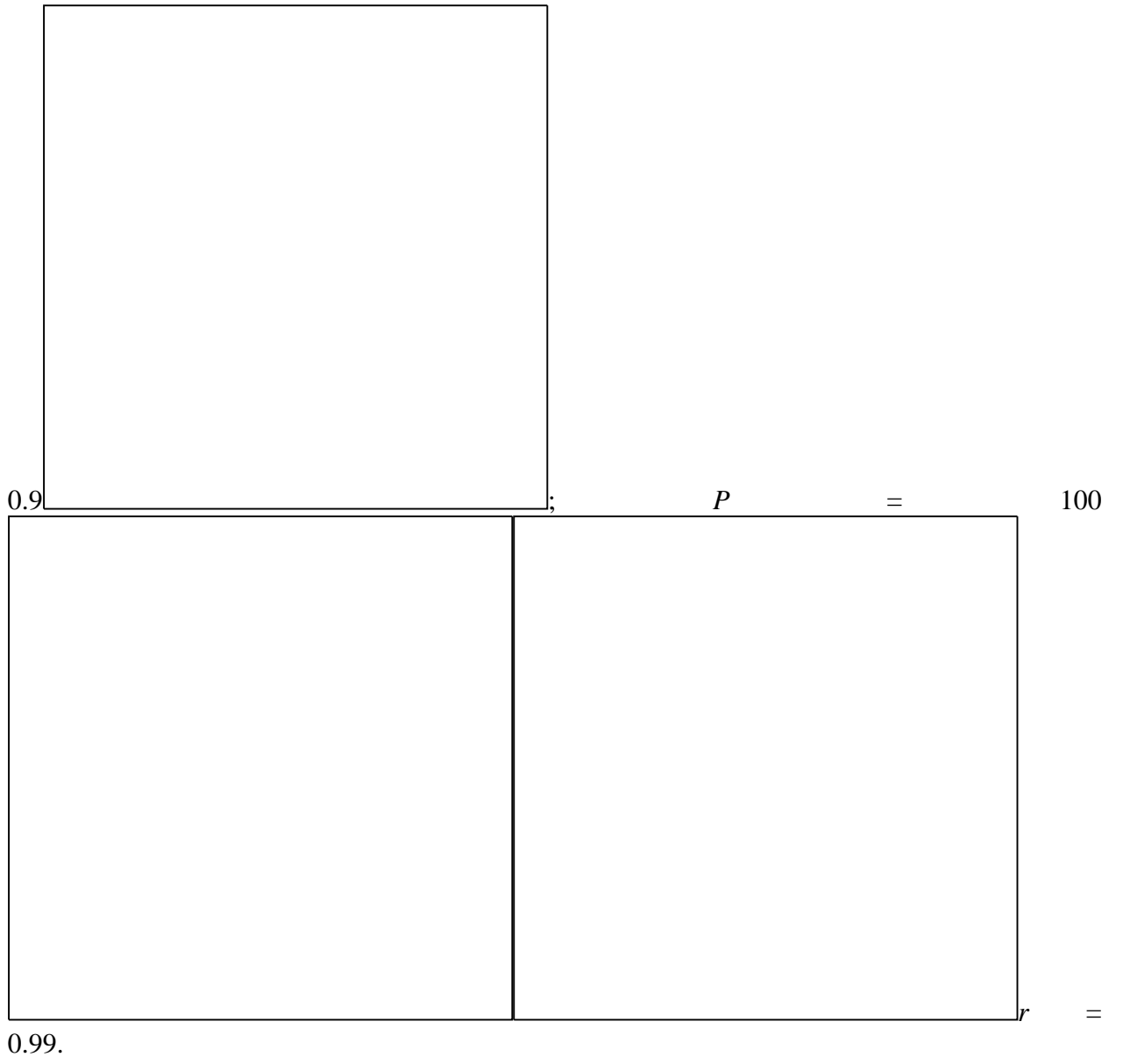


(надежность теста) $r = 0.5$

при



$P = 80$ $r =$



4.3. Структурирование по уровням усвоения

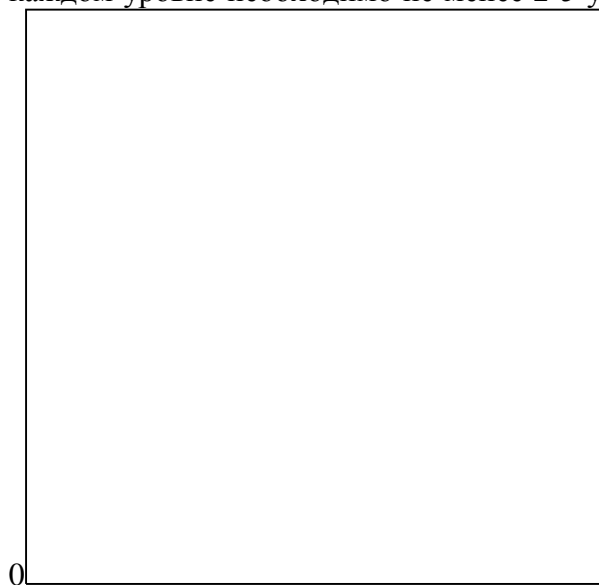
При подготовке тестов целесообразно структурировать их по уровням усвоения α . Причем эта градация зависит не только от тестовых заданий, но и от целевых групп обучающихся.

Набор тренирующих упражнений для каждого УЭ должен содержать упражнения по

каждому уровню усвоения от исходного α_n до

конечного α_k . При этом для каждого УЭ на

каждом уровне необходимо не менее 2-5 упражнений, чтобы обеспечить усвоение с $K\alpha >$



0.7 (см. модуль 2).

4.4. Тесты первого уровня

Напомним, что деятельность первого уровня (опознание, $\alpha = 1$) — это репродуктивная деятельность с помощью (с внешней опорой). В приведенных ниже примерах (табл. 4.1) внешней опорой являются представленные явно сами объекты, по которым задаются вопросы. Здесь и ниже рассматриваются, в основном, примеры тестов по программированию как наиболее инвариантной для потенциальных читателей отрасли знаний.

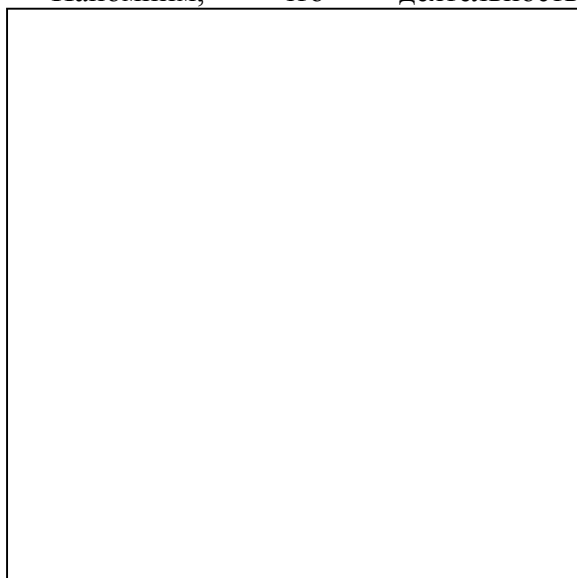
Таблица 4.1

Примеры тестов первого уровня

N п/п	Задания	Эталоны	P
	Опознание		
1	Является ли оператор GOTO оператором безусловного перехода	ДА	1
	Различение		
2	Какой из представленных операторов является оператором безусловного перехода? 1. GOTO; 2. DO... WHILE...; 3. IF... THEN... ELSE...	GOTO	3
	Классификация		
3	Укажите операторы условного и безусловного перехода: 1. GOTO; 2. DO... WHILE...; 3. IF... THEN... ELSE...	Безусловного GOTO, условного - остальные	6

4.5. Тесты второго уровня

Напомним, что деятельность второго уровня (воспроизведение,



$\alpha = 2$) - это воспроизведение ранее усвоенной информации по памяти от буквальной копии до применения в типовых ситуациях (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Примеры тестов второго уровня

№ п/п	Задания	Эталоны	Р
	Тесты подстановки		
1	Оператор ... является оператором безусловного перехода?	GOTO	1
	Конструктивные тесты		
2	Какой оператор обеспечивает безусловную передачу управления в программе?	GOTO	1
3	Дайте определение ...	Ключевые слова, символы, порядок их расположения.	По числу ключевых слов.
4	Напишите формулу ...		
5	Перечислите признаки (свойства) ...		
	Типовые задачи		
6	Запишите оператор безусловного перехода из любого места программы к оператору, помеченному меткой А.	GOTO А	1
7	Определите величину тока в сети с напряжением $U = 150\text{ В}$ и сопр. $R = 50\text{ Ом}$.	1. $I = U/R$. 2. $I = 150/50 = 3\text{ А}$.	1

4.6. Тесты третьего уровня

При достижении третьего уровня усвоения материала ($\alpha=3$) учащийся способен самостоятельно воспроизводить и преобразовывать усвоенную информацию для обсуждения известных фактов и продуцирования о них субъективно новой информации (новой для него), а также для применения ее в разнообразных нетиповых, реальных ситуациях.

Многие нетиповые задачи естественным образом в процессе обучения переходят в разряд типовых задач ($\alpha=2$). Однако могут быть учебные задачи, которые по своей природе всегда остаются нетиповыми, сколько бы мы ни упражнялись в их решении, например, формулировка проектной задачи в терминах математического программирования. Учащийся изучил объект проектирования, владеет математическими методами оптимизации. Если объект достаточно сложен, то его проектирование распадается на ряд разнообразных частных проектных задач. Рассмотреть все возможные ситуации в ходе обучения, т.е. перевести их в разряд типовых, зачастую невозможно ввиду их многообразия. Поэтому декомпозиция общей задачи на частные, приведение частных задач к стандартному виду, используемому в оптимизации, является практически всегда нетиповой ситуацией ($\alpha=3$).

4.7. Тип и форма теста

Необходимо различать *тип* и *форму* теста. *Тип теста* связан с уровнем усвоения: опознание, различение, классификация - типы тестов первого уровня ($\alpha=1$); тесты подстановки, конструктивные тесты, типовые задачи - типы тестов второго уровня ($\alpha=2$); нетиповые задачи - тесты третьего уровня ($\alpha=3$). Тип теста определяется характером внутренней мыслительной деятельности, которую должен выполнить учащийся при решении теста.

Форма теста определяет его внешнее представление. Современные инструментальные средства для создания электронных учебников позволяют строить тесты с выборочными, числовыми, конструируемыми ответами. На практике чаще всего применяют тесты с выборочными ответами. Они проще в подготовке (не нужно создавать множество эталонов правильных ответов, обеспечить полноту которого крайне затруднительно) и, что самое главное, проще в использовании. В тестах с выборочными ответами учащиеся основные усилия затрачивают на выполнение задания, а не на набор ответов.

Нередко тесты с выборочными ответами связывают только с первым уровнем усвоения (опознание, различение, классификация). К сожалению, это достаточно широко распространенное дидактическое заблуждение является результатом поверхностного суждения. Для определения типа теста важна не его форма, а вид мыслительной деятельности, которую выполняет учащийся при решении теста. Если учащийся анализирует представленные варианты ответов, выполняя операции опознания, различения или классификации, то это тест первого уровня. Если же учащийся сначала конструирует ответ, вспоминая ранее усвоенную информацию, либо применяя ее для решения типовой или нетиповой задачи, и лишь после этого выбирает ответ из представленных вариантов, то это тест соответственно второго или третьего уровня усвоения. Причем, если число вариантов ответов больше трех (5-7), то вероятность угадывания невелика. Поэтому при подготовке теста с выборочными ответами необходимо четко представлять (реконструировать) вид мыслительной деятельности, которую будет выполнять учащийся при его решении.

5. Типовые сценарии и экранные формы электронных учебников

Как уже отмечалось ранее (см. модуль 2), дидактическая ниша ЭУ - теоретическая подготовка учащихся (восприятие, осмысление и закрепление учебного материала). В соответствии с этим можно выделить три основных дидактических функции ЭУ (рис. 5.1)*:

- просмотр (изучение) теории;
- тренаж по теории;
- контроль.

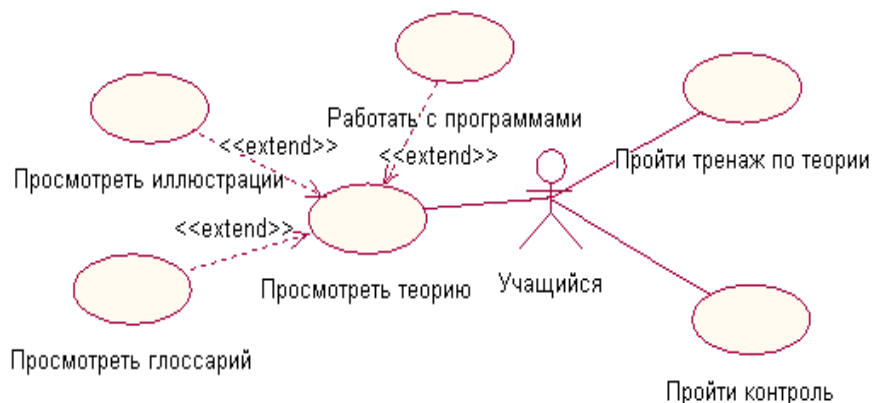


Рис. 5.1. Диаграмма вариантов использования ЭУ для категории *Учащийся*

Реализация этих функций может иметь разнообразные сценарные формы. Многообразие этих форм иллюстрируют многочисленные компакт-диски, выпускаемые коммерческими фирмами и университетами, сайты учебного назначения в Интернет. На выбор тех или иных форм влияет ряд факторов: характеристики целевых групп, особенности учебной дисциплины, вкусы и фантазии разработчиков, используемые инструментальные средства, бюджет проекта и др. В частности, для детей младшего возраста интересна, хотя и сложна в реализации концепция специальных программных педагогических агентов.

Ниже рассмотрим типовые и достаточно универсальные сценарные схемы системы КАДИС, успешно используемые на протяжении ряда лет в электронных учебниках по различным учебным дисциплинам и для разных уровней образования.

* Здесь и ниже при описании сценариев используются диаграммы UML, см. соответствующую методику в модуле 2.

5.1. Просмотр (изучение) теории

Основу этого сценария составляет работа со структурированным учебным текстом и поясняющими его мультимедиа иллюстрациями (рис. 5.2).

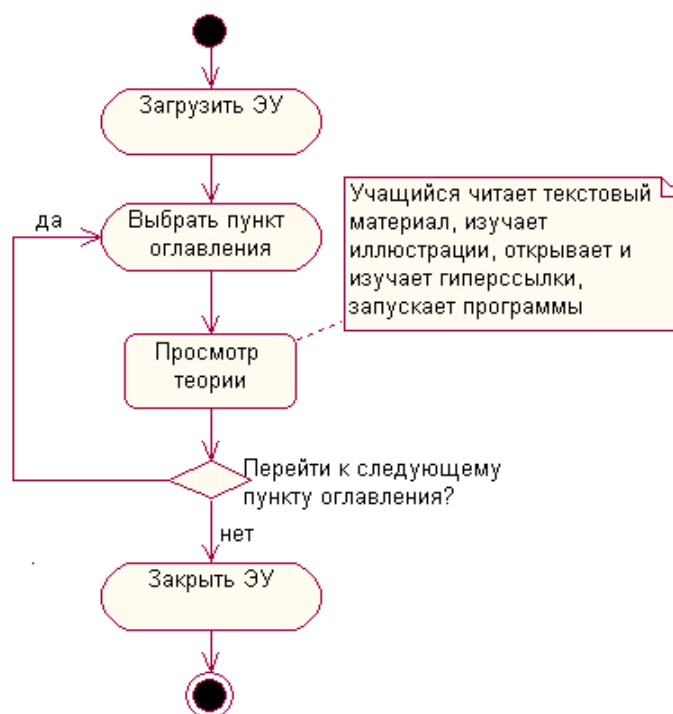


Рис. 5.2. Диаграмма деятельности для варианта использования ЭУ *Изучить теорию*

При работе с ЭУ экран компьютера делится на два основных окна ([рис.5.3](#)). В левом (более узком по вертикали) окне размещается оглавление выбранной части ЭУ, в правом - тексты ее разделов. Навигация осуществляется перемещением курсора "мыши" по древовидному оглавлению, пункты которого могут сжиматься до верхних заголовков разделов или разворачиваться полностью по двойному щелчку "мыши". Оглавление всегда присутствует на экране, поэтому даже при детальной структуризации учебного материала обеспечивается целостность его восприятия.

При активизации пункта оглавления щелчком "мыши" в правое окно загружается соответствующий ему учебный текст. В тексте могут быть определены гиперссылки (обычно выделяют цветом и подчеркивают) на различные мультимедиа объекты (поясняющие тексты, графические иллюстрации, анимации, аудио- и видеоклипы, подключаемые программы и т.п.). При активизации ссылки соответствующий объект загружается в дополнительное окно. Число таких окон можно не ограничивать. Окна можно перемещать по экрану, уменьшать-увеличивать, сворачивать-разворачивать, запускать-останавливать (например, проигрывание видеоклипов) и выполнять ряд других манипуляций, типовых для Windows и его приложений.

Заметим, что возможность управлять мультимедиа объектами активизирует учебную деятельность учащихся. Учащийся может передвигать иллюстрации по экрану, размещая в наиболее удобном для него месте, компоновать их вместе с текстом, закрывать и вновь открывать, прочитывать текст, параллельно рассматривая нужные ему иллюстрации и т.п. Таким образом, создаются предпосылки для наиболее удобного, причем индивидуально для каждого учащегося, восприятия учебной информации. Если позволяют ресурсы, то целесообразно озвучивать (дублировать) текст, "пряча" соответствующий аудиофрагмент под гиперссылкой, в расчете на тех учащихся, кто лучше воспринимает информацию на слух.

5.2. Тренаж по теории

Это, несомненно, самый важный этап работы с ЭУ, поскольку только в ходе собственной активной деятельности учащегося может быть достигнута главная дидактическая цель применения электронных учебников в обучении - осмысление учебного материала, его интериоризация (переход из внешнего плана во внутренний) и запоминание. Эта цель достигается в ходе интерактивного взаимодействия учащегося с различными компонентами учебного материала (рис. 5.4). Для реализации такого взаимодействия можно использовать две простых, но достаточно эффективных сценарных схемы.

Первая схема предельно проста. После текста задания, которое учащемуся предлагается выполнить на бумаге или в уме, следует гиперссылка (например "Комментарий к вопросу"). В этой гиперссылке можно "спрятать" правильный ответ, комментарий к нему, ссылку на теорию и т.п. (рис.5.5).

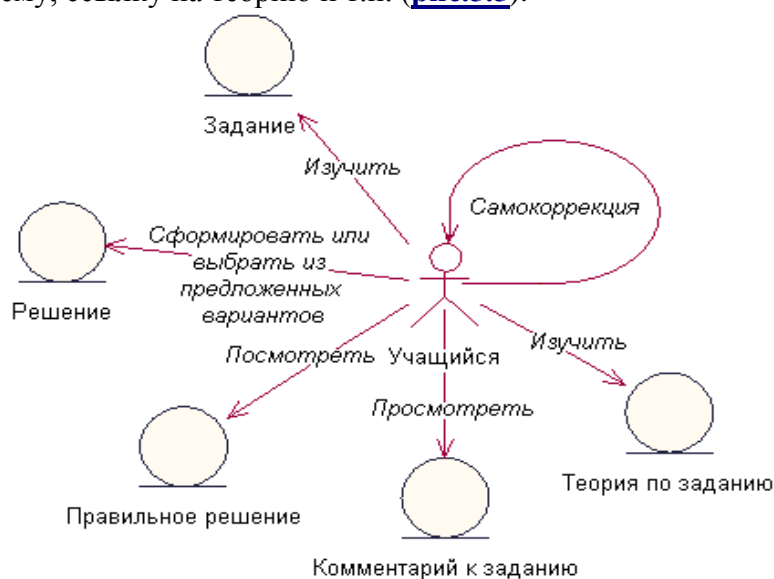


Рис. 5.4. Диаграмма взаимодействия объектов и пользователей для варианта использования ЭУ
Тренаж по теории

Конечно, такую схему целесообразно использовать, учитывая соблазн заглянуть в гиперссылку, не решая задание, для взрослых обучающихся с высоким уровнем мотивации и самосознания.

Во второй схеме тренажа применяются тесты с выборочными ответами. После ответа на вопрос и получения сообщения о его правильности учащийся может посмотреть правильный ответ, комментарий к ответу (например, ход решения задачи), полную теорию к вопросу из соответствующего раздела ЭУ, см. пример экранной формы на [рис.3.2](#).

5.3. Контроль

Тестирование в ЭУ используют для промежуточного или итогового контроля уровня усвоения учебного материала соответственно по отдельным разделам или по всему ЭУ. Обычный сценарий контроля выглядит следующим образом (рис. 5.6).

Учащийся регистрируется в подсистеме контроля и выбирает необходимый набор (батарею) тестов, либо необходимая батарея тестов загружается автоматически. Далее начинается процесс тестирования ([рис.5.7](#)). При этом для определения количества и последовательности предъявления тестовых заданий могут использоваться различные алгоритмы (см. ниже раздел 6).

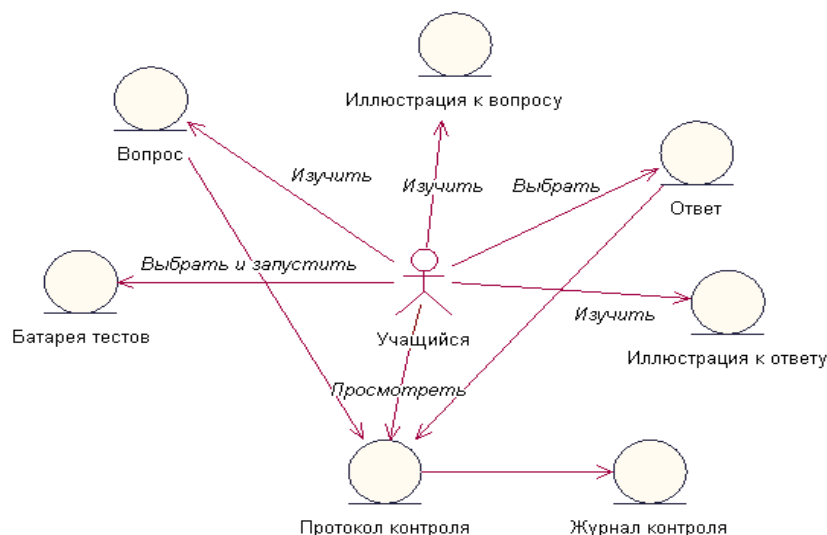


Рис. 5.6. Диаграмма взаимодействия объектов и пользователей для варианта использования ЭУ *Пройти контроль*

По окончании тестирования учащийся получает протокол тестирования, где он может увидеть количество набранных баллов, полученную оценку, список пройденных вопросов. Для каждого теста должна быть предусмотрена возможность сравнить данный в ходе тестирования ответ с правильным ответом, что обеспечивает продолжение осмысления и закрепления учебного материала, начатого на этапе тренажа. Особенно это важно при промежуточном тестировании. Да и при итоговом тестировании, чтобы избежать возможных недоразумений, особенно в случае неудовлетворительной оценки, целесообразно предъявлять протокол контроля ([рис.5.8](#)).

Информация о результатах тренажа и контроля обычно записывается в журнал ЭУ ([рис.5.9](#)), при этом программы управления журналом должны обеспечивать сортировку информации по различным признакам, проведение статистического анализа для выявления "трудного" и "легкого" учебного материала (см. [рис.3.3](#)).

5.4. Работа со словарем терминов и понятий

Это, хотя и не основной, но важный сценарий учебной работы с ЭУ. Наиболее простая сценарная схема предусматривает выборку термина из отсортированного по алфавиту глоссария и расшифровку его по гиперссылке. Можно рекомендовать также более сложную, но, как показывает опыт, весьма популярную у обучающихся схему работы с глоссарием, когда по выбранному термину можно не только получить его расшифровку, но и посмотреть теорию, пройти тренаж или контроль с выполнением относящихся к термину тестовых заданий (рис. 5.10).

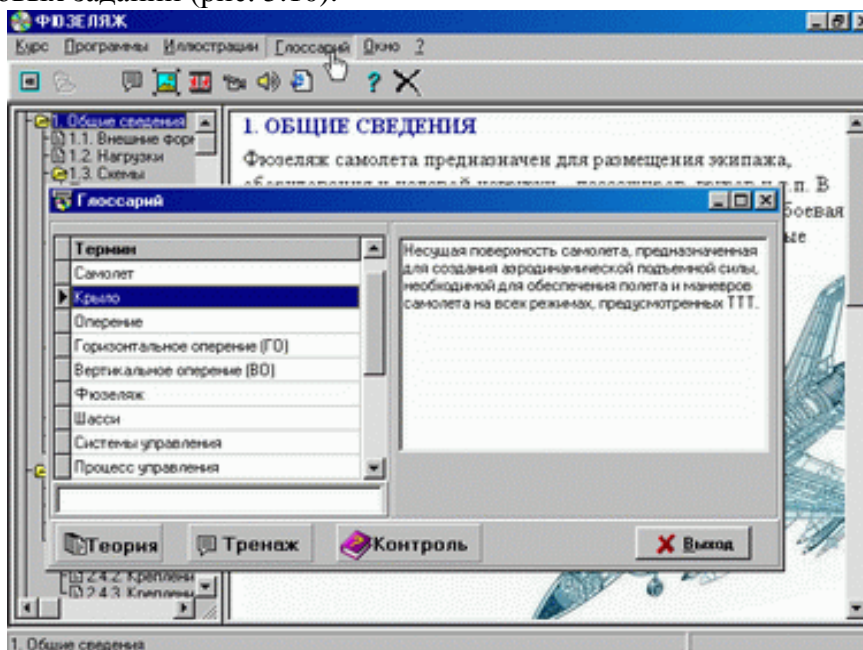


Рис. 5.10. Пример учебной работы со словарем терминов и понятий

5.5. Локальная работа с мультимедиа объектами

При просмотре теории в ЭУ, как уже отмечалось выше, по гиперссылкам в учебном тексте в отдельные окна могут выводиться различные мультимедиа объекты, иллюстрирующие содержание изучаемого раздела. Весьма полезной для пользователей ЭУ (обучающихся и преподавателей) может оказаться и возможность локального выбора мультимедиа объектов из отдельных списков и просмотра графических иллюстраций, запуска анимаций, аудио- и видеоклипов, выполнения подключенных программ (рис. 5.11). Такая возможность полезна для иллюстрации лекционных занятий, выборочного просмотра-напоминания основных теоретических положений и т.п.

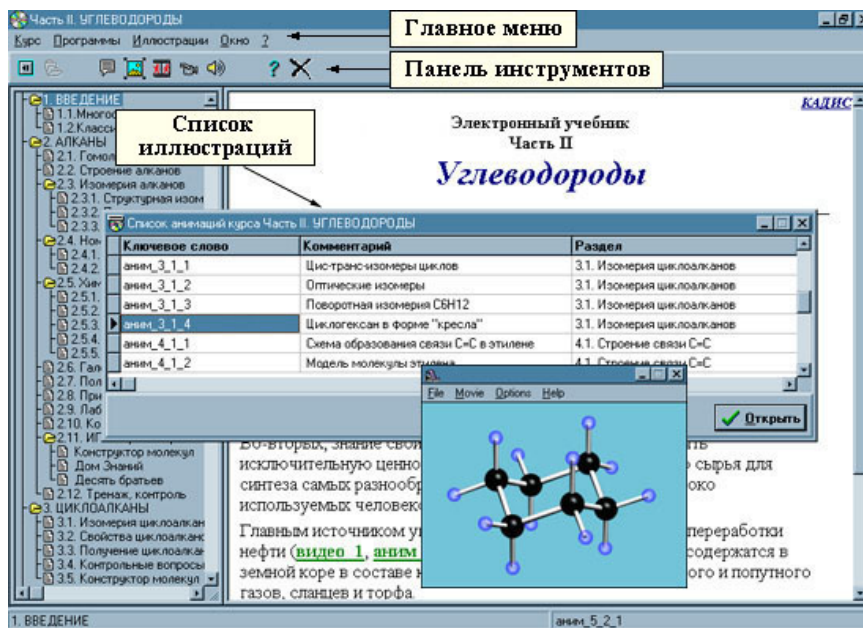


Рис. 5.11. Локальный выбор и запуск мультимедиа объектов

6. Алгоритмы контроля и тренажа

Для промежуточного контроля по отдельным разделам ЭУ возможна как полная, так и частичная (обычно с использованием элементов случайности) выборка тестовых заданий из батареи тестов контролируемого раздела. Рассмотрим два алгоритма контроля при частичной выборке: контроль с фиксированным числом тестов в наборе (ФЧТ) и контроль с переменным числом тестов (ПЧТ).

6.1. Контроль с фиксированным числом тестов

При контроле по схеме ФЧТ каждому учащемуся, независимо от качества его ответов, предъявляется определенное количество контрольных упражнений в наборе тестов, созданном случайным образом из всей совокупности упражнений батареи тестов. Исходными данными для контроля с ФЧТ являются четыре числа: Q - количество тестовых заданий в наборе, E - минимальное количество баллов для оценки "отлично", G - минимальное количество баллов для оценки "хорошо", S - для оценки "удовлетворительно".

Простейший алгоритм контроля с ФЧТ можно представить в виде ориентированного графа, состоящего из 5 вершин (рис. 6.1). Начальная вершина этого графа соответствует собственно контролю - получению набора Q тестовых заданий, вводу ответов по каждому заданию и анализу набранного суммарного количества баллов B . Конечные вершины графа - это различные исходы (результаты) контроля, соответствующие общепринятым оценкам.

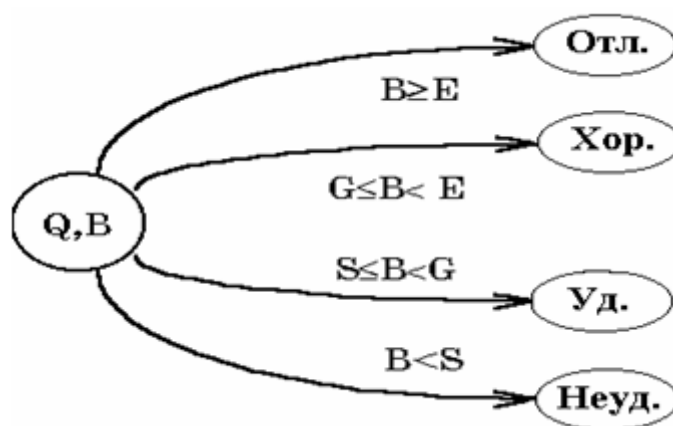


Рис. 6.1. Граф алгоритма контроля с ФЧТ

Величины B , E , G , S вычисляются по следующим формулам.

$$B = \sum B_i V_i, \quad E = K_E B_{\max} \sum V_i, \quad G = K_G B_{\max} \sum V_i, \quad S = K_S B_{\max} \sum V_i,$$

где i меняется от 1 до Q ;

V_i - вес теста, $V_i \in [0, 1]$;

B_{\max} - предельное число баллов за тест, принятое в шкале контроля (например, 5, 10 и т.д.);

B_i - оценка в баллах за тест (обычно целочисленная), $B_i \in [0, B_{\max}]$;

K_E , K_G , K_S - коэффициенты, определяющие нижние границы оценок (отл., хор., уд.) соответственно. Согласно рекомендациям модуля 2 их можно принимать $K_E=0.9$, $K_G=0.8$, $K_S=0.7$.

6.2. Контроль с переменным числом тестов

При контроле с ПЧТ заранее известно лишь начальное минимальное количество контрольных упражнений в наборах тестов, предъявляемых учащимся. Если ответы учащихся неверны, то к этому минимуму добавляются дополнительные задания. Их количество зависит от степени правильности ответов - чем хуже отвечает учащийся, тем больше он получает заданий. Такая схема контроля поощряет, с одной стороны, учащихся, которые сразу отвечают безукоризненно. С другой стороны, она напоминает опрос преподавателя, который, предоставляя учащемуся возможность сгладить впечатление от ранее сделанной ошибки, задает дополнительные вопросы.

Рассмотрим алгоритм контроля с ПЧТ, успешно используемый в системе КАДИС для экспресс-контроля (рис. 6.2).

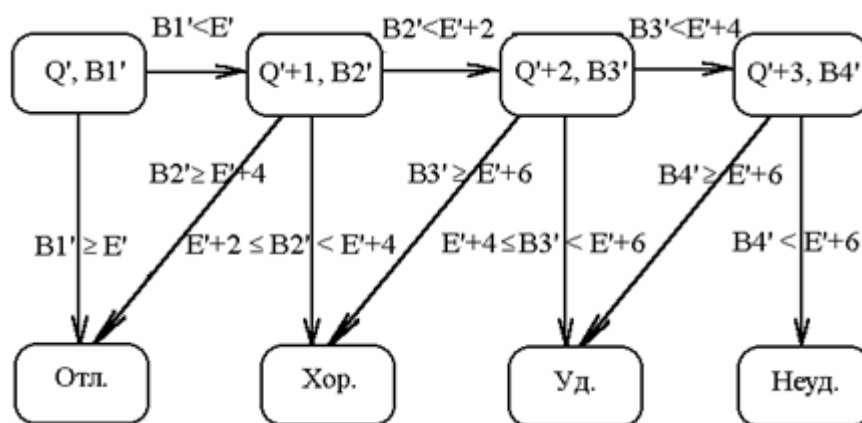


Рис. 6.2. Граф алгоритма контроля с ПЧТ

В этом алгоритме предельное число баллов за тест, принятое в шкале контроля, $V_{\max}=5$, веса всех тестов V_i одинаковы и равны единице, $K_E=0.9$, т.е. $E'=4.5Q'$. Ориентированный граф такого алгоритма состоит из 8 вершин. Начальная вершина этого графа соответствует получению набора Q' контрольных упражнений, вводу ответов и анализу набранного количества баллов $B1'$. В остальных трех вершинах верхнего уровня добавляется по одному вопросу, вводится ответ и анализируется набранное количество баллов ($B2'$, $B3'$, $B4'$). При этом границы неравенств приняты на основе эвристических соображений. Вершины нижнего уровня - это различные исходы (результаты) контроля, соответствующие общепринятым оценкам.

В тренаже по теории также можно использовать идею ПЧТ. Исходными данными для управления здесь являются: минимально необходимое количество упражнений Q_{\min} и две пороговых величины уровня усвоения. Если после выполнения Q_{\min} упражнений текущее значение уровня усвоения меньше заданного нижнего порога, то тренаж прекращается и учащемуся дается рекомендация более внимательно изучить учебный материал ЭУ в режиме просмотра теории. Если же текущий уровень усвоения больше нижней пороговой величины, то тренаж продолжается до достижения верхнего порога уровня усвоения или пока не будут выполнены все упражнения.

6.3. Контроль по билетам

Для *итогового контроля* целесообразно использовать *билеты* - наборы сформированных в определенном количестве и в определенной последовательности тестовых заданий. Такой подход позволяет охватить все разделы ЭУ, составить примерно равноценные по содержанию и трудности наборы тестовых заданий, что практически невозможно при случайной выборке. Элементы случайности здесь применяются при выборке билетов и, так же, как во всех предыдущих алгоритмах, при размещении вариантов ответов для тестов с выборочными ответами.

7. Структура и состав электронного учебника

Структура ЭУ может быть представлена в следующем виде (рис. 7.1).

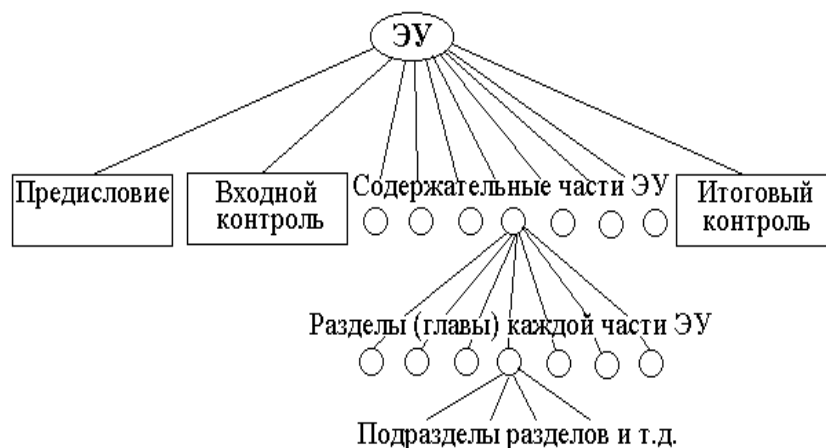


Рис. 7.1. Структура электронного учебника

В предисловие ЭУ целесообразно включать следующую информацию:

- мотивационный блок (кому и зачем необходим данный ЭУ);
- общее описание ЭУ в содержательном и технологическом плане;
- методические рекомендации по работе с ЭУ;
- описание техники работы с ЭУ;
- сведения об авторах;
- список печатных прототипов и других литературных источников.

Входной контроль необходим для выявления пробелов в знаниях, которые могут не позволить в полной мере освоить учебный материал ЭУ. Итоговый контроль используется для интегральной оценки уровня усвоения всего учебного материала ЭУ.

В содержательном плане структура ЭУ строится на основе модели содержания учебного материала (см. модуль 2) по аналогии с обычным учебником. Если ЭУ достаточно объемён по содержанию, в нём могут быть выделены отдельные части, причем эта структуризация осуществляется на заставке ЭУ ([рис.7.2](#)).

Каждая часть ЭУ может строиться по типовой схеме: введение, основные разделы (главы), заключение. В свою очередь главы разбиваются на разделы, разделы - на подразделы и т.д. (см., например, [рис.5.11](#)).

Структура и последовательность оглавления каждой части ЭУ определяются в соответствии с моделями содержания и освоения учебного материала.

Целесообразно так структурировать учебный материал, чтобы в идеале основной учебный текст по каждому учебному элементу модели содержания (пункту оглавления) умещался на экране компьютера целиком, не требуя линейки прокрутки. Этот текст должен быть лаконичен, содержать лишь самые необходимые иллюстрации. Всю дополнительную информацию по данному учебному элементу - поясняющие тексты, дополнительные графические иллюстрации, анимации, видеофрагменты и т.п. - размещают в основном тексте под гиперссылками. Таким образом, лаконичность и обзорность основного описания сочетается с более детальной скрытой информацией, которая просматривается лишь в случае необходимости.

В конце разделов или подразделов следует планировать набор упражнений для самоконтроля и тренинга, а в конце каждой части - батарею тестов для итогового контроля.

8. Основные этапы проектирования электронного учебника

Резюмируя рассмотренный выше учебный материал, можно рекомендовать следующую последовательность проектирования ЭУ.

1. Разбиение ЭУ на отдельные части и подготовка проекта его заставки.

2. Разработка моделей содержания и моделей освоения каждой части ЭУ. Эти модели строят на основе соответствующих моделей для всего учебного мультимедиа комплекса (см. модуль 2). При этом производят более детальную структуризацию учебного материала, исходя из рекомендуемого объема учебного текста для каждого учебного элемента - размещение на экране по возможности без линейки прокрутки.

3. Подготовка оглавлений для каждой части ЭУ. За основу принимают соответствующие модели содержания и освоения.

4. Подготовка содержания основных и дополнительных учебных текстов по каждому учебному элементу (пункту оглавления), эскизов графических иллюстраций, сценариев анимаций и видеоклипов.

5. Разработка тестов для самоконтроля и тренинга по разделам (или подразделам ЭУ) и комментариев (обратных связей) к ним. Для каждого УЭ готовят не менее 2-5 упражнений на каждом уровне усвоения α , предусмотренном в модели содержания учебного материала. Тип тестов выбирают в соответствии с уровнем усвоения α и выбранным психологическим механизмом усвоения. Последовательность выполнения упражнений планируют также с учетом выбранной теории усвоения. Форму упражнений определяют на основе возможностей используемых инструментальных средств.

6. Разработка тестов для итогового контроля по отдельным частям и всему ЭУ.

7. Подготовка структуры и содержания предисловия к ЭУ.

9. Вопросы для самоконтроля и тренинга

Проверьте себя, отвечая письменно или устно на вопросы. Лишь после этого заглядывайте в приведенные ниже комментарии. Если необходимо, обращайтесь к теории.

1. Как можно определить понятие "Электронный учебник"?

[Комментарий](#)

2. Какая психологическая теория усвоения знаний использует формулу $C \rightarrow P \rightarrow П$, где C - ситуация; P - реакция; $П$ – подкрепление?

[Комментарий](#)

3. В чем суть закона тренировки, сформулированного в бихевиоризме?

[Комментарий](#)

4. В чем суть закона эффекта, сформулированного в бихевиоризме?

[Комментарий](#)

5. Нарисуйте схему разветвленного программирования.

[Комментарий](#)

6. Нарисуйте универсальную схему усвоения знаний в теории программированного обучения.

[Комментарий](#)

7. Как определяют понятие ассоциации в ассоциативно-рефлекторной теории усвоения знаний?

[Комментарий](#)

8. Как трактуют обучение в ассоциативно-рефлекторной теории усвоения знаний?

[Комментарий](#)

9. Какие ассоциативные связи различают в ассоциативно-рефлекторной теории усвоения знаний?

[Комментарий](#)

10. Нарисуйте схему усвоения знаний в ассоциативно-рефлекторной теории обучения.

[Комментарий](#)

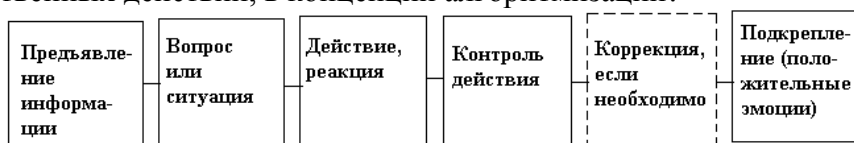
11. Нарисуйте схему усвоения знаний в теории поэтапного формирования умственных действий.

[Комментарий](#)

12. Нарисуйте технологическую схему усвоения знаний в теории алгоритмизации.

Комментарий

13. Как используют приведенную на рисунке **универсальную схему усвоения знаний** в ассоциативно-рефлекторной теории обучения, теории поэтапного формирования умственных действий, в концепции алгоритмизации?



Комментарий

14. Какой принцип является основополагающим в **гештальтпсихологии**?

Комментарий

15. В чем суть **дуализма** человеческого мышления?

Комментарий

16. Как бы вы связали основной **принцип гештальтпсихологии** с использованием **мультимедиа** в компьютерных системах учебного назначения?

Комментарий

17. В чем **суть различий** между иллюстративной и когнитивной функциями мультимедиа?

Комментарий

18. В чем принципиальная в дидактическом плане **новизна компьютера как средства отображения объектов мультимедиа**?

Комментарий

19. Как определяют **понятие обучения** в педагогической психологии?

Комментарий

20. Какие **два вида обратных связей** различают в триаде "Педагог - ЭУ - Обучаемый"?

Комментарий

21. Определите понятие "**внутренней обратной связи**" в электронном учебнике.

Комментарий

22. Определите понятие "**внешней обратной связи**" в электронном учебнике.

Комментарий

23. Нарисуйте на бумаге схему взаимодействия в триаде "**Педагог - ЭУ - Обучаемый**".

Комментарий

24. В каких компонентах ЭУ используются **тесты**?

[Комментарий](#)

25. Чем **отличаются** тренирующие и контрольные упражнения?

[Комментарий](#)

26. Какие виды информации внутренней ОС **включают в комментарии** к тренирующим упражнениям?

[Комментарий](#)

27. Что является **обязательным компонентом теста** достижений, кроме задания на выполнение теста?

[Комментарий](#)

28. Какова структура основных компонентов теста?

[Комментарий](#)

29. Что означает требование **валидности** теста?

[Комментарий](#)

30. Что означает требование **определенности (общедоступности)** теста?

[Комментарий](#)

31. Что означает требование **простоты** теста?

[Комментарий](#)

32. Что означает требование **однозначности** теста?

[Комментарий](#)

33. Что такое **надежность** тестирования?

[Комментарий](#)

34. Какие пять общих **требований** предъявляют к тестам ?

[Комментарий](#)

35. Как определяют **степень правильности** выполнения теста ?

[Комментарий](#)

36. **Какого типа упражнения** необходимы для освоения каждого УЭ?

[Комментарий](#)

37. Какого типа тесты используют на **первом уровне усвоения** учебного материала?

[Комментарий](#)

38. Какого типа тесты используют на **втором уровне усвоения** учебного материала?

Комментарий

39. Какого типа тесты используют на **третьем уровне усвоения** учебного материала?

Комментарий

40. Какого типа тесты можно готовить **в форме заданий с вариантами ответов**?

Комментарий

41. Вспомните **три основных дидактических функции ЭУ**.

Комментарий

42. Какие **четыре обязательных числа** задают в качестве исходных данных для контроля с фиксированным числом тестовых заданий в наборе тестов, предъявляемых каждому учащемуся?

Комментарий

43. Перечислите **шесть этапов проектирования** электронного учебника.

Комментарий

10. Задание на проектную работу

Подготовить учебный материал для фрагмента ЭУ по какому-либо учебному элементу модели содержания УМК, подготовленной в соответствии с проектным заданием модуля 2:

- 2-3 пункта оглавления ЭУ;
- содержание учебного текста по каждому пункту оглавления;
- 1-2 мультимедиа объекта для размещения их внутри текста или под гиперссылками (это могут быть графические схемы, рисунки, фотографии, видео или аудиоклипы, html-страницы, компьютерные программы);
- вопросы для самоконтроля и тренинга по подготовленной теории (порядка 5) с комментариями;
- тесты для итогового контроля (5 вопросов с вариантами ответов);
- характеристики итогового контроля – количество баллов в % для оценок *Отлично*, *Хорошо*, *Удовлетворительно*.

Список рекомендуемой литературы

1. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. - Самара: СГАУ, 1995. - 140 с. (<http://www.informika.ru/text/inftech/edu/design/> или <http://cnit.ssau.ru/kadis/posob/index.htm>).
2. Краснова Г.А., Соловов А.В., Беляев М.И. Технологии создания электронных обучающих средств. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МГИУ, 2002. - 304 с.

Эргономические аспекты

Человеко-машинные системы находят все более широкое применение не только в научной и производственной сферах, но и в повседневной практике. По мере информатизации общества непрерывно сокращается число областей, в которых удастся обойтись без вычислительной техники. Современные компьютеры, оснащенные цветными мониторами и развитыми редакторами, становятся неотъемлемым элементом практически любого рабочего места.

Непрерывно совершенствующиеся технологии представления информации на экране дисплея требуют высокой профессиональной культуры разработчиков систем, знания психофизиологических основ обработки информации, зрения, цветовосприятия. В настоящее время значительное число специалистов принимает участие в создании различных диалоговых программ, в ходе выполнения которых пользователю на экране предъявляются разнообразные сообщения в текстовой или графической форме. Качество отображения информации, адекватность ее восприятия в большой степени зависят от дизайна и цветового решения сообщения. К сожалению, далеко не все авторы компьютерных систем учитывают это и нередко производят программную продукцию, ориентируясь в основном на собственный художественный вкус или копируя какие-либо уже известные приемы. Нельзя, однако, забывать, что эффектная цветовая гамма или замысловатое расположение на экране фрагментов сообщения, дающее хороший результат, скажем, в рекламном деле, может оказаться не столь удачным в процедурах обучения.

Ниже кратко рассмотрены некоторые основные вопросы представления информации в системе "человек - компьютер", связанные с цветовыми и композиционными аспектами этой сложной проблемы.

II.1. Психофизиологические особенности человека

Укажем ряд психофизиологических особенностей человека, которые следует иметь в виду при проектировании компьютерных средств поддержки обучения.

- Наши органы чувств могут улавливать лишь ограниченное количество сообщений из окружающей среды.
- Стимулы, исходящие из внешней среды, интерпретируются в соответствии с установившимися с детства категориями образов.
- Наше восприятие организовано таким образом, что любой объект мы видим как фигуру, выделяющуюся на каком-то фоне.
- Части фигуры имеют характер объекта, фон же имеет характер материала.
- Части фигуры кажутся лежащими ближе к наблюдателю, чем фон.
- Фон кажется находящимся за фигурой.
- Контуры воспринимаются принадлежащими фигуре, а не фону.
- В то время как фигура имеет вполне определенную локализацию в пространстве и структуру поверхности, фон плохо локализован и обладает поверхностью пленки.
- Наш мозг склонен заполнять пробелы в воспринимаемом материале так, что отдельные фрагменты дополняются до простого и законченного контура, а восприятие осуществляется путем группировки элементов по признакам их близости, сходства, непрерывности и симметрии.
- Зрительное восприятие формы предмета определяется величиной предмета, его расстоянием от глаз, освещенностью, контрастом между объектом и фоном.
- Мозг испытывает информационную перегрузку, если не может осуществить выбор среди слишком большого количества сигналов.
- При восприятии какого-либо предмета активизируются следы прошлых воспоминаний.
- Восприятие зависит от содержания психической жизни человека, от особенностей его личности.
- Содержание восприятия зависит от поставленной перед человеком задачи и мотивации его деятельности. На содержание восприятия также влияют установки субъекта, эмоции.
- Чем больше наше внимание будет привлечено новизной, сложностью или интенсивностью стимула, тем больше вероятность того, что стимул будет воспринят.
- Выбор информации, поступающей в мозг из окружающего мира, существенно зависит от потребностей и интересов самого человека, так как любая деятельность всегда связана с потребностью.
- Люди часто склонны обращать внимание только на детали, отвечающие их ожиданиям.
- Монотонность, шаблонность информации понижает устойчивость внимания, что может привести к снижению мыслительной активности.
- Чрезмерная простота или сложность материала, а также частая похвала или критика может привести к снижению внутренней мотивации.

II.2. Организация восприятия и запоминания

Для повышения и поддержания уровня внимания целесообразно:

- структурировать материал, предлагать схемы, таблицы на основе логических связей;
- чередовать визуальную информации с аудиоинформацией;
- заменять одни операции на другие;
- на короткое время изменять темп работы, яркость цветов, громкость звука.

Для лучшей организации запоминания можно использовать следующие приемы:

- давать материал для запоминания порциями, а не весь сразу;
- придавать материалу эмоциональную окраску, включать его в интеллектуальную деятельность;
- давать установку на запоминание;
- организовывать элементы в целые, смысловые (логические) структуры;
- предъявлять один и тот же материал, предназначенный для запоминания, в различных формах;
- равномерно распределять материал, предназначенный для запоминания, по курсу.
- давать новый материал в строгой логической последовательности, обращая внимание студентов на его логическую структуру;
- использовать схемы, диаграммы;
- выделять смысловые группы, устанавливать внутригрупповые отношения между элементами и межгрупповые связи.

П.3. Композиция изображений на экране

Восприятие информации с дисплея зависит от формы ее представления. Внешний вид экрана зависит от того, какие поля сообщений отображаются, в каком месте и с какими атрибутами.

Процедура размещения данных на экране состоит из ряда этапов:

1. Определение содержания сообщения.
2. Выбор формата этого сообщения.
3. Принятие эргономического решения о представлении информации на экране.
4. Техническая реализация процедуры формирования сообщения.
5. Оценка полученного кадра.

П.3.1. Плотность размещения данных

Данные должны располагаться так, чтобы пользователь мог просматривать экран в логической последовательности и легко выводить нужную информацию; идентифицировать связанные группы информации; воспринимать сообщения об ошибках или предупреждения; определять, какое действие требуется (и требуется ли вообще) для продолжения выполнения задания.

Плотность расположения данных - понятие субъективное. Оно зависит от конкретного пользователя и задачи. Например, данные на экране, предназначенные для работы опытного оператора, располагаются плотнее, чем данные, предназначенные для работы неопытного пользователя. Однако существуют некоторые правила, регулирующие плотность расположения данных на экране с помощью интервалов. Так, рекомендуется:

- оставлять пустым приблизительно половину экрана;
- оставлять пустую строку после каждой пятой строки таблицы;
- оставлять 4 или 5 пробелов между столбцами таблицы.

Если данные выводятся на несколько экранов, то нужно четко обозначить границу раздела. Все данные, необходимые для принятия конкретного решения, необходимо располагать на одном экране. Логически связанные данные должны представляться отдельной группой. Этого можно достичь, оставляя по несколько пробелов с каждой стороны группы либо проводя горизонтальные или вертикальные линии, либо используя различные атрибуты для полей разных групп. Нельзя нарушать логические связи в группе данных.

П.3.2. Зонирование информации на экране

Меню, содержащее относительно небольшой объем информации, должно смещаться в левую верхнюю часть экрана. Чтобы подчеркнуть симметрию, содержимое и наименование полей, относящихся к одной группе, должно выравниваться по вертикали. По возможности необходимо выравнивать все логически связанные группы данных.

Нужно определить точку начала отсчета. Фрагменты текста должны располагаться на экране так, чтобы взгляд пользователя перемещался по экрану в нужном направлении. Естественнее начать из левого верхнего угла и перемещаться слева направо и сверху вниз. Один и тот же тип информации должен появляться всегда в одном и том же месте экрана. Содержимое полей не следует прижимать к краю экрана, а располагать около горизонтальных или вертикальных осей.

При разработке композиции экрана необходимо помнить об известных приемах соотношения элементов какого-либо графического изображения.

Объект, расположенный в центре, предполагает большую важность, чем предметы, находящиеся по бокам. Предмет верхней части композиции тяжелее того, что помещен внизу, а предмет, расположенный с правой стороны, имеет больший вес, чем предмет, расположенный с левой. На вес оказывает влияние форма и направление воспринимаемых объектов. Правильная форма выглядит тяжелее, чем неправильная. Вертикально расположенные формы кажутся более тяжелыми, чем наклонные. Глаза человека значительно лучше оценивают размеры по ширине, чем по высоте и глубине.

Вертикальное протяжение кажется длиннее равновеликого горизонтального. В силу нашей привычки читать зрительно воспринимаемые модели слева направо форма может восприниматься направленной вправо, а не влево.

Направление формы может быть сбалансировано движением к центру притяжения. Нижняя часть зрительно воспринимаемой модели требует большего веса. Возможны два пути: либо придать нижней части вес, достаточный для того, чтобы вся фигура выглядела сбалансированной, либо дополнить ее избыточным весом, чтобы основание выглядело намного тяжелее, чем верх. Вследствие обычного чтения картины слева направо направление диагонали, идущей от левого нижнего угла в верхний правый, воспринимается как восходящее и набирающее высоту, направление же другой диагонали представляется нисходящим. Любой изображенный предмет выглядит тяжелее, если он находится в правой стороне картины. Когда привыкают смотреть в левую сторону, то в этой стороне картины возникает второй, асимметричный центр. Внимание к тому, что происходит слева, компенсирует чувство асимметрии, а глаз спонтанно передвигается от места, впервые привлечшего наше внимание, к пространству наиболее отчетливого восприятия.

П.3.3. Цвет и форма

Существует взаимодействие между очертанием цветового пятна, его формой и самим цветом. Простая форма усиливает выделение предмета из окружающей среды. Чем больше сходство частей какой-либо воспринимаемой фигуры, тем сильнее они будут восприниматься как расположенные вместе. Правильные геометрические тела образуются за счет подобия цветовых оттенков. Чем проще фигура, образованная таким путем, тем сильнее бросается в глаза группировка составляющих ее частей.

Существенным фактором, определяющим качество цветовой гармонии, являются соотношения цветовых пятен по занимаемой ими площади. Для уравнивания большого сильно высветленного цветового пятна будет достаточно насыщенного пятна, в несколько раз меньшего по площади, но контрастного к нему по цветовому тону. Цвета в сдержанной гамме воспринимаются в более крупном масштабе, и наоборот, большое количество цветов с повышенным контрастом создает впечатление более мелкого масштаба. Большие поверхности ослабляют и приглушают цветовые тона, сильно насыщенные цвета следует употреблять только в небольших цветовых пятнах. Белая часть обычно воспринимается расположенной впереди. Часть фигуры, расположенная снизу, имеет тенденцию располагаться ближе к зрителю. Поверхности, окрашенные в цвета, расположенные в коротковолновом диапазоне, главным образом в синий или голубой, выглядят дальше отстоящими, чем поверхности, окрашенные в цвета длинноволнового диапазона, прежде всего в красный. Цвета, обладающие свойством выступать несколько вперед, выглядят более плотными, густыми и твердыми.

П.3.4. Цветовосприятие

Любое цветовосприятие можно описать значениями трех переменных: тон, насыщенность и яркость. Глаз различает 7 основных цветов и около 150 их оттенков. Чувствительность глаза различна к разным участкам спектра: наименьшая замечаемая разница в длине волны оранжево-желтого и зеленовато-голубого участка спектра составляет около 1нм, на концах спектра глаз очень слабо различает разницу в цветовом тоне. Зеленый цвет знаков на экране дает несколько лучшие результаты по скорости и точности чтения, чем оранжево-желтый. Результаты исследований точности работы операторов на экранах с желтым фоном и зеленым в течение продолжительного времени (после 3 часов работы) показали меньшие потери точности на экранах с желтым фоном.

Насыщенность цветов человек различает хуже, чем их цветовой тон или яркость. При увеличении яркости цвета красно-оранжевой части спектра сдвигаются к желто-зеленому, цвета сине-фиолетовые - к голубому, а желтые и желто-зеленые цвета становятся более насыщенными. При понижении яркости максимум цветовой чувствительности смещается в сторону коротковолновой части спектра (явление Пуркине).

Не менее важной для практики является зависимость точности различения цвета от размера объекта. С уменьшением размеров цветных объектов желтые и синие тона теряют хроматичность раньше красного и зеленого тонов. Изменение цвета можно компенсировать частично увеличением интенсивности света. Рациональное использование этой особенности цветового зрения в технике позволяет уменьшить ширину полосы частот сигналов по передаче цвета.

Цветовой контраст проявляется сильнее, чем ближе друг к другу цветные поверхности; поэтому у границы соприкосновения цветных полей контрастное влияние особенно заметно. Чем насыщеннее фон, тем насыщеннее и цвет, возникающий по контрасту.

При длительном цветовом воздействии на глаз уменьшается его чувствительность к данному цвету - цветовая адаптация. Наибольшее падение чувствительности наблюдается для сине-фиолетового цвета, наименьшее - для зеленого и желтого, т.е. синий цвет наиболее утомляет глаз.

Острота зрения зависит от освещенности и контраста объекта, его положения в поле зрения и формы. По мере удаления острота зрения весьма быстро падает. Острота зрения при различении черных объектов на белом фоне увеличивается с возрастанием яркости фона, при различении светлых объектов на темном фоне острота зрения с увеличением яркости объектов сначала возрастает, а затем падает. Повышение контраста на всех яркостных уровнях положительно сказывается на увеличении остроты зрения.

При определении удобного для пользователя режима восприятия информации с экрана необходимо помнить, что оптимальной считается та яркость, при которой максимально проявляются контрастная чувствительность глаза, острота зрения и быстрота различения сигналов. Яркость символов на экране должна быть обязательно согласована с яркостью фона экрана и окружающим освещением. Оптимальное соотношение яркостей между экраном дисплея, его ближайшим окружением и дальним окружением (периферийная зрительная зона) составляет 5:2:1.

При воспроизведении информации на экране цвет применяется каждый раз в зависимости от характера сообщения. Следует иметь в виду, что вклад цветового контраста в восприятие яркостного контраста невелик. Максимальное проявление остроты зрения находится в желто-зеленой области спектра, скорость различения цветных светящихся знаков минимальна для крайних цветов спектра, при увеличении насыщенности цветные символы воспринимаются лучше.

Для достижения оптимальной остроты зрения рекомендуется применять для высвечиваемых знаков желто-зеленую часть спектра, крайние же участки спектра (красный и синий) проецируются на сетчатку недостаточно четко.

Существенными элементами деталей объектов, особенно условных знаков, являются выступы и впадины. Впадина различается лучше, чем выступ. Результаты экспериментов показывают, что время различения и опознания контура увеличивается с ростом его сложности, однако точность различения выше у сложного, чем у простого контура. Точность опознания симметричных фигур выше, чем асимметричных. При равных условиях наблюдения объект, предъявляемый отдельно, различается легче, чем в группе объектов.

Перечисленные факторы» влияющие на пространственные характеристики различения и опознания объектов в зависимости от условий наблюдения, имеют практическое значение при определении оптимальных размеров знаков и их элементов.

П.3.5. Размеры знаков

Минимальный размер темных буквенно-цифровых знаков на светлом фоне зависит от вида контраста (прямой или обратный), предъявления знаков в отраженном свете, на просвет или светящихся, критерия оценки (различение или опознание, скорость или точность), от вида знаков (буквы, цифры, символы и т.п.), сложности начертания и т.д.

Способы получения буквенно-цифровых знаков в разных типах дисплеев весьма разнообразны. На экране буквенно-цифровые знаки, как правило, дискретны и формируются точечным, штриховым или растровым способом. Точка не может быть меньше одного элемента разложения с диаметром, равным ширине одной строки; белая линия даже в один элемент раstra будет отчетливо видна на темном фоне; в случае же прямого контраста, когда на графике имеется несколько кривых, толщина линий в зависимости от вида их начертания может составлять несколько элементов раstra.

На различимость буквенно-цифровых знаков влияет форма их начертания (шрифт). Результаты многочисленных исследований показали, что в различных шрифтах безошибочно воспринимаются разные буквы и цифры, и, как правило, смешиваются знаки, имеющие сходное начертание. В связи с этим при выборе начертания алфавита букв или цифр нужно учитывать различимость каждого знака и алфавита в целом.

Опознание изолированных одиночных букв и слов лучше, когда они прописные, а скорость чтения и точность эффективнее, когда текст состоит из строчных букв. Это объясняется большей плотностью текста из строчных букв, что позволяет воспринимать большее число букв за время фиксации и тем самым повысить скорость сканирования текста.

Временные характеристики зрительного анализатора прямо влияют на такие параметры дисплеев, как время формирования либо смены одного знака, слова, абзаца, страницы. Это время составляет доли секунд, скорость же быстрогодействия современных дисплеев практически значительно превышает способности человека по времени восприятия.

Размер экрана и символы на экране необходимо выбирать с учетом требуемого объема предъявляемой информации, легкости ее считывания и длительности работы с экраном. Основные ограничения на размеры связаны со стремлением обеспечить оптимальные углы обзора и оптимальную остроту зрения. Размер полезной площади экрана должен находиться в пределах 30° , т.е. не превышать оптимального угла зрения $\pm 15^\circ$ по вертикали и горизонтали от нормальной линии зрения, когда знаки опознаются без поворота головы, а мышцы глаз, шеи и плеч не напряжены. Плоскость экрана должна быть расположена перпендикулярно к нормальной линии зрения.

Расстояние для считывания информации с экрана должно быть не менее 400 мм. Для получения неразличимости точек матрицы и линий раstra расстояние между краями соседних пятен (точек) должно быть меньше $1'$. Оптимальный размер буквенно-цифровых знаков при оптимальных характеристиках яркости и контраста составляет 16-20', для сложных знаков - 35-40', присимвольных индексов - 10'. Оптимальные соотношения основных параметров букв и цифр следующие: ширина знаков - 0,75 его высоты; толщина линий при обратном контрасте - 1/10 - 1/13 высоты знака, при прямом контрасте - 1/6-1/8; расстояние между знаками - 0,25-0,5 высоты знака, между словами - 0,75-1, между строками - 0,5-1 высоты знака.

Скорость передачи информации должна соответствовать пропускной способности человека и быть достаточной для поддержания его активности на высоком уровне. Максимальный объем информации, отображаемой на экране дисплея, должен определяться скоростью опознания и интерпретации предъявляемых сигналов, а также временем, которым располагает оператор для их восприятия. Если объем информации превышает возможности человека, ее следует передавать порциями.

П.3.6. Кодирование информации

Кодирование информации, предъявляемой человеку, должно удовлетворять следующим психологическим принципам. Сообщение должно содержать лишь те элементы, которые играют существенную роль в выполнении задач, поставленных перед оператором. В сообщении следует выделить каким-либо способом (цветом, размером и т.п.) те элементы, которые наиболее важны для контроля и управления системой. При кодировании сообщений необходимо использовать простые и привычные ассоциации, сложившиеся между знаками и обозначаемыми объектами. Для каждого типа задач требуется адекватная система знаков. При большой нагрузке на оперативную память эффективно буквенно - цифровое кодирование. Цветом лучше кодировать местоположение стимула. Мелькание служит для привлечения внимания оператора к определенным параметрам, у которых изменилось состояние или которые требуют выполнения определенных действий, или для подтверждения выбора данного знака световым пером или яркостным маркером. Обычно используют не более двух частот вспышек на одном дисплее. Кодирование криволинейных конфигураций на графическом дисплее определяется типом и толщиной линий. Целесообразно применять 3 - 4 типа линий: сплошную, пунктирную, штриховую и штрихпунктирную. По толщине линии могут быть нормальными, полужирными, жирными. Выделение отдельных областей на графиках можно закодировать штриховкой, полутонами, контуром, цветом. Яркость в качестве кода не очень хорошо совмещается с такими способами кодирования, как изменение цвета, толщины линий или частоты мельканий.

Скорость и точность восприятия текста зависят от характеристик букв, интервалов между ними и словами, от длины строк и интервалов между строками. Для длинных текстов лучше использовать одновременно прописные и строчные буквы, для коротких - прописные буквы. Шрифт должен быть простым, экономичным и понятным. Для каждого шрифта существует определенная оптимальная длина строки. Слишком длинную строку трудно удержать в поле зрения, и порой нелегко найти начало следующей строки, при чтении же коротких строк иногда трудно уловить смысл текста, разбитого на мелкие части. Удобнее для чтения такая длина строки, когда фиксация ее центра позволяет периферическим зрением охватить всю строку. Пробелы между буквами следует устанавливать с учетом формы соседних знаков, размера, плотности и насыщенности шрифта. Одинаковые пробелы между буквами и словами дают возможность сохранять определенный ритм чтения, с увеличением междустрочных пробелов облегчается чтение формул.

График - графическое изображение функциональных зависимостей. По скорости и точности передачи информации способ отображения функциональной зависимости ломаной линией лучше, чем способ ее отображения в виде вертикальных или горизонтальных столбцов. На многолинейном графике необходимо ввести различительные признаки линий для безошибочного их восприятия. Чаще всего применяют различное начертание линий. Точность определения требуемых величин повышается при нанесении на график координатной сетки. Линии, образующие координатную сетку, должны отличаться от линий графика толщиной, цветом или типом.

Таблицы как способ представления информации на дисплее используют в тех случаях, когда имеется достаточное пространство и не требуется интерполяция данных.

П.3.7. Компонировка объектов на экране

При разработке формата кадра и его построении необходимо учитывать то, что существуют смысл и отношение между объектами, которые определяют организацию зрительного поля, поэтому компоновать объекты целесообразно следующим образом.

- Близко друг от друга, так как чем ближе (при прочих равных условиях) объекты друг к другу в зрительном поле, тем с большей вероятностью они организуются в единые, целостные образы.
- По сходству процессов, так как чем больше сходство и целостность образов, тем с большей вероятностью они организуются.
- С учетом свойств продолжения, так как чем больше элементы в зрительном поле оказываются в местах, соответствующих продолжению закономерной последовательности (функционируют как части знакомых контуров), тем с большей вероятностью они организуются в целостные единые образы.
- Таким образом, чтобы они образовывали замкнутые цепи, так как чем больше элементы зрительного поля образуют замкнутые цепи, тем с большей готовностью они будут организовываться в отдельные образы.
- С учетом особенности выделения предмета и фона при выборе формы объектов, размеров букв и цифр, насыщенности цвета, расположения текста и т.д.
- Не перегружая визуальную информацию деталями, яркими и контрастными цветами.
- Выделяя учебный материал, предназначенный для запоминания или цветом, или подчеркиванием, или размером шрифта и т.д.
- Сочетая цветовой код с другими видами кодирования, что увеличивает скорость различения элемента изображения.
- Опираясь на простые геометрические формы при графическом кодировании учебного материала, введение сложных графических изображений целесообразно лишь во вспомогательных кадрах (заставки, инструкции и др.).
- Используя (предпочтительно при прочих равных условиях) кодирование цветом и буквенно-цифровое кодирование.
- Помещая наиболее сложные в графическом плане изображения (незамкнутые контуры, фигуры с большим числом изломов контура и др.) по возможности в центре экрана.
- Видоизменяя при использовании одинаковых элементов изображения каждый объект, наделяя его индивидуальными слабо выраженными качествами.

II.4. Использование цвета

Теоретики искусства занимались главным образом поисками цветовой гармонии. Они пытались классифицировать все цветовые сочетания и создать стандартизованную, объективную систему. Самые первые из этих систем были двумерными, изображающими последовательность цветов и некоторые взаимоотношения между цветовыми оттенками в виде окружности или многоугольника. Несколько позже, когда уже было известно, что цвет обуславливается еще и третьим измерением, - насыщенностью, были введены трехмерные модели. Цветовая пирамида, предложенная Ламбертом, относится к 1772 г. Художник Рудольф Адаме в 1865 г. изобрел аппарат для определения гармоничных цветовых сочетаний - хроматический аккордеон. В качестве основных принципов цветовой гармонии он предложил следующее.

1. Наиболее заметными должны быть первоначальные элементы многообразия цветовой области: красный, желтый и синий.

2. Многообразие тонов должно достигаться через разнообразие светлоты и темноты, а также через изменение в цвете.

3. Тона должны находиться в равновесии таким образом, чтобы ни один из них не выделялся.

4. В больших комбинациях цвета должны по порядку следовать друг за другом так, чтобы естественная связь по степени их родства имела место, как в спектре.

5. Чистые краски следует применять экономно из-за их яркости и лишь в тех частях, на которые глаз в первую очередь должен быть направлен.

П.4.1. Психофизиология цвета

Гармоничность сочетания взаимно дополняющих цветов может быть объяснена психофизиологическими закономерностями зрения, на которые обратил внимание еще М.В. Ломоносов и на основе которых возникла трехкомпонентная теория цветового зрения. Суть ее состоит в том, что наш глаз, имеющий три цветоощущающих приемника, всегда требует их совместной деятельности - он как бы нуждается в цветовом балансе. Поскольку один из пары дополнительных цветов представляет собой сумму двух основных, то в каждой паре оказывается наличие всех трех цветов, образующих равновесие. В случае сочетания других, не взаимно-дополняющих цветов этот баланс отсутствует, и глаз ощущает дефицит какого-либо цвета.

Для человеческого глаза привычно воспринимать полный комплект цветов {полный солнечный спектр). Действие на сетчатку глаза лишь одного какого-либо цвета сначала будет неприятным, затем начнет раздражать, а в конечном счете в зависимости от длительности восприятия, величины и яркости цвета может привести к резко отрицательной реакции.

Как известно, видимая часть спектра делится на три интервала: длинноволновый (красный, оранжевый, оранжево-желтый), средневолновый (желтый, зеленый) и коротковолновый (голубой, синий, фиолетовый). Считается, что цвета длинноволновой части оказывают возбуждающее и стимулирующее воздействие, а цвета коротковолновой части - успокаивающее или угнетающее. Наиболее благоприятно влияют цвета средней части спектра: зеленый, желто-зеленый, зелено-голубой. Группа фиолетовых и пурпурных цветов оказывает беспокоящее и раздражающее влияние.

Выразительность цвета основывается на ассоциациях. Красный цвет возбуждает, т.к. напоминает нам о явлениях, связанных с огнем и кровью. Зеленый напоминает освежающее действие природы, синий вызывает чувство прикосновения к холодной воде.

Сильная освещенность, насыщенность создают чувство взволнованности. Чисто ярко-красный цвет является более активным, чем ослабленный и приглушенный серовато-синий. Шарль Фере обнаружил, что сила мускульных сокращений и скорость кровообращения увеличиваются от степени окрашивания цвета, причем в определенной последовательности - меньше всего от наличия синего цвета, несколько больше от зеленого, затем от желтого, оранжевого и красного. По сравнению с холодным цветом теплые насыщенные цвета кажутся более напряженными и вызывают ассоциацию силы и энергичности. Напряжение цвета падает с потерей насыщенности. Некоторые исследования указывают на тот факт, что люди предпочитают насыщенные цвета. Считается, что к цветам, находящимся на концах солнечного спектра, т.е. к красному и синему, относятся более благосклонно. Оценки, высказываемые по отношению к желтому цвету, обычно оказываются невысокими. Предпочтение, отдаваемое синему цвету, более распространено среди мужчин, чем среди женщин.

Примеры психофизиологического воздействия некоторых цветов:

КРАСНЫЙ - возбуждающий, горячий, энергичный и жизнерадостный. Он имеет самую длинную волну, стимулирует и влияет на мозг и вызывает эмоциональные реакции, способствует увеличению мускульного напряжения, повышает давление крови и ритм дыхания, сильно влияет на настроение людей. При длительном воздействии вызывает усталость, учащает сердцебиение.

ОРАНЖЕВЫЙ - яркий, вызывает радость, в различных случаях успокаивает или раздражает. В физиологическом отношении он способствует улучшению пищеварения и ускорению тока крови, вызывает ощущение тепла.

ЖЕЛТЫЙ - стимулирует зрение, мозг и нервы, успокаивает некоторые нервные состояния, создает радостное настроение, дает ощущение тепла, легкости, простора, способствует общительности, но может провоцировать и агрессивную реакцию.

ЗЕЛЕНЫЙ - цвет природы, покоя и свежести, успокаивающе действует на нервную систему, понижает внутриглазное давление и обостряет зрение.

ГОЛУБОЙ - светлый, свежий и прозрачный. Воздействует примерно так же, как и зеленый, - успокаивает, создает впечатление небесной дали, ощущение прохлады. В физиологическом отношении относится к лечебным цветам, облегчая болезненное состояние в большей степени, чем зеленый.

СИНИЙ - успокаивает, но и вызывает грусть.

ФИОЛЕТОВЫЙ - пышный и благородный, он положительно действует на сердце и легкие, повышая их выносливость. Цвет утомленности и печали, вызывает чувство усталости и тяжести, создает иллюзию тесноты и громоздкости.

КОРИЧНЕВЫЙ - теплый, создает спокойное настроение, выражает крепость и устойчивость предметов, дает ощущение душевного покоя.

СЕРЫЙ - холодный, деловой и унылый. Он вызывает апатию и скуку.

БЕЛЫЙ ~ легкий, холодный и благородный, но в большом количестве вызывает блескость. Символ чистоты, очень хорошо сочетается с другими цветами.

ЧЕРНЫЙ - мрачный, тяжелый, резко понижает настроение, снижает тонус, угнетает, вызывает ощущение давящей тяжести. Он очень красив и в небольшом количестве применяется для контраста.

Сочетания цветов:

коричневый и серый - вызывает чувство тревоги, плохо действует на психику;

синий и белый - холодит, успокаивает;

красный и синий - ассоциируется с претензией;

красный и черный - символизирует драму смерти;

желтый и черный - вызывает ощущение опасности;

желтый и красный - символизирует месть;

фиолетовый и золотой - связывается с представлением о торжестве;

оранжевый и черный - ассоциируется с действием.

П.4.2. Цвет на экране

При использовании цвета в компьютерных средствах обучения можно рекомендовать следующее.

- Использование смешанных цветов (типа "малиновый") и цветов с пониженной яркостью ("синий") на периферии экрана при высоких требованиях к точности работы нежелательно.
- Наиболее значимую информацию в учебном кадре необходимо представлять, используя основные цвета (красный, зеленый, голубой).
- Для кодирования динамики учебного кадра предпочтительно также использовать основные цвета.
- Противоположные цвета создают всегда резкие контрасты, образуя сильные устойчивые эффекты.
- Активные цвета (желтый и красный) всегда имеют перевес над пассивными (синий и зеленый), поэтому они желательны только в небольших дозах.
- Желтый и красный фиксируются в памяти гораздо глубже.
- Стимулирующими цветами, способствующими возбуждению и действующие как раздражители, являются красный, кармин, киноварь.
- Дезинтегрирующие цвета, приглушающие раздражение - фиолетовый, синий, светло-синий, сине-зеленый.
- Статичные цвета, способные уравновесить, успокоить, отвлечь от других возбуждающих цветов: чисто-зеленый, оливковый, желто-зеленый.
- Цвета глухих тонов, которые не вызывают раздражения - серые, гасят его --белый, помогают сосредоточиться - черный).
- Теплые темные тона (коричневые), стабилизирующие раздражение, действующие инертно, вяло:
 - охра* - смягчает рост раздражения;
 - коричневый, землистый* - стабилизирующий;
 - тёмно-коричневый* - смягчающий возбуждение.
- Холодные, темные цвета, изолирующие и подавляющие раздражение: темно-серый, черно-коричневый, темно-зелено-синий.
- Противоположные цвета усиливают друг друга. Эти цвета, благодаря их последовательности во времени или взаимному сопоставлению, получают динамическое развитие.
- Графические объекты, окрашенные смешанными цветами, целесообразно использовать в качестве статических элементов изображения.
- При смене слабо различимых элементов изображения необходимо акцентировать внимание учащегося на элементах динамики.