

6. *Киселев М., Соломатин Е.* Средства добычи знаний в бизнесе и финансах // Открытые системы. 1997. № 4. С. 41–44.
7. *Кречетов Н.* Продукты для интеллектуального анализа данных // Рынок программных средств. 1997. № 14–15. С. 32–39.
8. Математические методы для анализа последовательностей ДНК: Пер. с англ. / Под ред. М. С. Уотермена. М.: Мир, 1999. 349 с.
9. *Boulding K. E.* General Systems Theory — The Skeleton of Science // Management Science. 2. 1956.
10. *Freund Y., Schapire R. E.* Discussion of the paper «Arcing classifiers» by Leo Breiman // The Annals of Statistics. 1998. Vol. 26. No. 3. P. 824–832.
11. *Breiman L.* Bagging predictors // Machine Learning. 24 (1996). S. 123–140.
12. *Schapire Robert E.* The strength of weak learnability // Machine Learning. 1990.5(2). S. 197–227.

REFERENCES

1. *Vejr B.* Analiz geneticheskikh dannyh: Per. s angl. M.: Mir, 1995. 400 s.
2. *Gik Dzh., van.* Prikladnaja obwaja teorija sistem. M.: Mir, 1981.
3. *Djuk V. A.* Data Mining — intellektual'nyj analiz dannyh // BYTE (Rossija). 1999. № 9. S. 18–24.
4. *Djuk V. A.* Data Mining : uchebnyj kurs. SPb.: Piter, 2001. 368 s.
5. *Djuk V. A., Jemanujel' V. L.* Informacionnye tehnologii v mediko-biologicheskix issledovanijah. SPb.: Piter, 2003. 525 s.
6. *Kiselev M., Solomatin E.* Sredstva dobychi znaniy v biznese i finansah // Otkrytye sistemy. 1997. № 4. S. 41–44.
7. *Krechetov N.* Produkty dlja intellektual'nogo analiza dannyh // Rynok programmyh sredstv. 1997. № 14–15. S. 32–39.
8. Matematicheskie metody dlja analiza posledovatel'nostej DNK: Per. s angl. / Pod red. M. S. Uotermena M.: Mir, 1999. 349 s.
9. *Boulding K. E.* General Systems Theory The Skeleton of Science // Management Science. 1956. № 2.
10. *Freund Y, Schapire R. E.* Discussion of the paper «Arcing classifiers» by Leo Breiman // The Annals of Statistics. 1998. Vol. 26. No. 3. P. 824–832.
11. *Breiman Leo.* Bagging predictors // Machine Learning. 24 (1996), 123-140.
12. *Schapire Robert E.* The strength of weak learnability // Machine Learning. 1990. № 5(2). S. 197–227.

Ю. А. Жук, В. В. Фомин, Л. В. Уткин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕФЛЕКСИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСПЛЕЙНЫХ ФОРМ НАГЛЯДНОСТИ

В статье описывается опыт разработки гипермедийной структуры дисплейной наглядности. Рассматривается ее опытная апробация в процессе преподавания органической химии в вузе. Представлены результаты экспериментов по оценке эффективности использования дисплейных форм наглядности, в которых одним из критериев оценки являлись рефлексивные показатели. Дана методика оценки целесообразности использования дисплейных форм наглядности в учебном процессе вуза на основе многокритериальной задачи принятия решений при смешанной стратегии.

Ключевые слова: дисплейные формы наглядности, когнетика, технические средства обучения.

Y. Zhuk, V. Fomin, L. Utkin

DEFINITION OF REFLEXIVE INDICATORS FOR ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF DISPLAY FORMS OF VISUAL AIDS

The development of hypermedia structure of visual aids is described, as well as the appropriation of these aids in teaching Organic Chemistry course. The experimental results of the efficiency of the application of display visual aids are presented; one of the efficiency assessment criteria is reflective indicators. A method for assessing the use of display visual aids in education is suggested, the method is based on a multi-criteria decision-making problem with mixed strategy.

Key words: display forms of visual aids, cognetics, teaching aids.

Динамика развития компьютерных информационных систем образования делает актуальным смещение акцентов исследовательской деятельности в область исследований, связанную с проблемой наглядности, реактивности, управляемости, легкости восприятия, компактности и достоверности представления информации для пользователя. Становится очевидным переход парадигмы информационных систем от представления данных к представлению знаний с учетом специфики символического, мнемографического, языкового представления с соответствующими вопросами семантики и когнетики.

С развитием компьютерных технологий вербального и визуального управления, их интеллектуализации, достижений информатики, эргономики, психосемантики, нейропсихологии, лингвистики настанет очередь обратиться к проблеме исследований «эргономики сознания» [8]. Направления информатики, стремящиеся решить или затрагивающие именно эту проблему, получили название дисциплины когнетики (человеко-машинное взаимодействие).

Применение законов когнетики в образовательном процессе выводит на первый уровень исследования в направлении рефлексивных процессов, протекающих при взаимодействии обучающегося с современными мультимедийными техническими средствами обучения. Становление рефлексивных процессов во многом зависит от уровня развития личности, уровня самосознания, адекватности самооценки, уровня самостоятельности мышления, целенаправленности личности, сформированности волевых качеств. Рефлексивное знание, основой которого является понимание, отличается от понятия «знание», сформированного в традиционной педагогике. Владение терминологией при формировании осмысленного знания — это только один из критериев его рефлексивности.

Рефлексия — это чувственно переживаемый процесс осознания своей деятельности (А. В. Хуторской). Задачи рефлексии: вспомнить, выявить и осознать основные компоненты деятельности, ее смысл, типы, способы, проблемы, пути их решения, полученные результаты и т. п. Таким образом, рефлексивное знание — это знание, основанное на понимании цели, способах и смыслах его приобретения [6].

Распространенность лекционной формы преподавания в больших аудиториях зачастую осложняет процесс обучения, обуславливает пассивность студентов, приводит к некоторой потере контакта между лектором и слушателями. При объяснении нового материала многие студенты не работают в полную силу: одни — потому что им непонятно; другие — потому что им это уже известно; третьи — потеряли нить рассуждения или просто отвлеклись. Ориентация преподавателя на среднего студента приводит к тому, что самые способные теряют интерес к излагаемому материалу, а наиболее слабые даже при желании не могут активно включиться в учебный процесс [3].

Использование дисплейных форм наглядности (ДФН) интенсифицирует мышление каждого индивидуума с помощью чувственно наглядных образов, в основе которых лежит непосредственное воздействие объектов восприятия. Путем преобразования данных оно дает новое знание об объекте благодаря чему студент способен предвидеть [1].

Большое количество компьютерных программ предоставляет огромные возможности реализации педагогических замыслов. Особое внимание следует уделить ряду критериев содержания наглядного материала: статичность или движение объектов показа, трехмерно-объемное или плоскостно-проекционное изображение объектов, наличие или отсутствие текстового и звукового сопровождения. С учетом этих критериев нами было разработано несколько вариантов дисплейной наглядности:

- «статичная плоскостная наглядность», 2D-графика + текст;
- «статичная трехмерная наглядность», 3D-графика + текст + звук;
- «динамичная трехмерная наглядность», 3D-графика + анимация + текст + звук.

Для оценки эффективности использования ДФН в учебном процессе вуза был проведен ряд экспериментов [2]. Результаты экспериментов показали целесообразность дифференцирования способов предъявления информации об объектах, явлениях и процессах в зависимости от дидактической характеристики материала и его предназначения, а затем интегрирования взаимодополняющих форм дисплейной наглядности в единую гипермедийную структуру для обеспечения целостного представления объекта изучения.

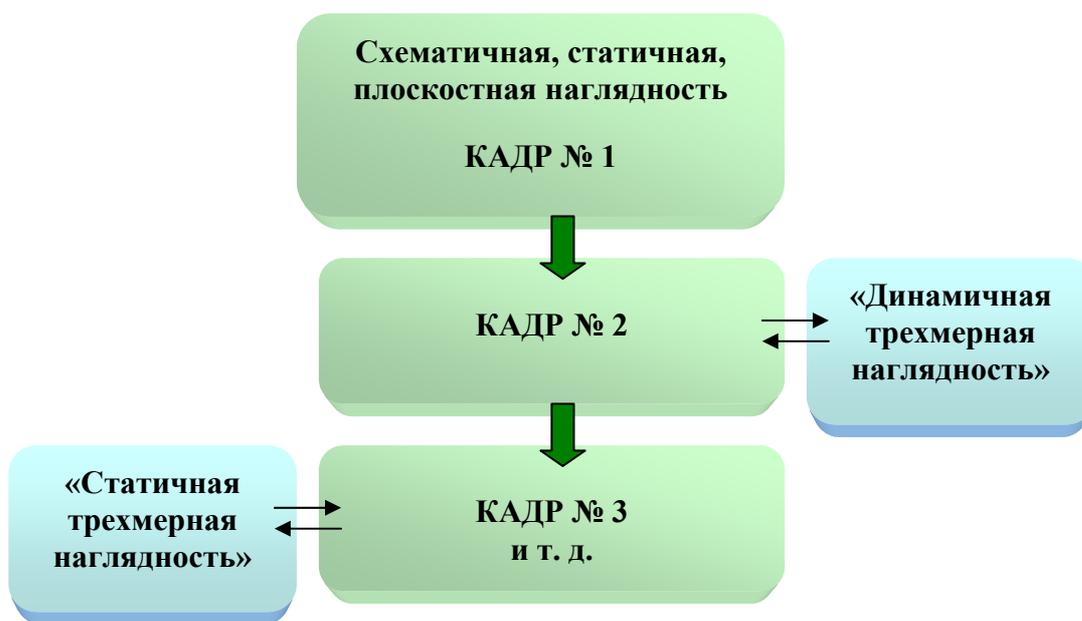


Рис. 1. Гипермедийная структура дисплейной наглядности

Гипермедийная структура дисплейной наглядности (рис. 1) — это отдельные, заранее жестко не связанные кадры с разветвленной структурой, т. е. имеется основная (главная) последовательность кадров (представленная схематичной наглядностью) и многочисленные ветвления (выполненные в виде гиперссылок, в том числе мультимедийных); смена кадров осуществляется с помощью клавиатуры (мыши). Такая структура дисплейной наглядности обладает способностью адаптации. Так, для более сильных, умеющих оперировать абстрактными понятиями студентов, наглядность схематичная, а для тех, кто привык

оперировать конкретными образами — «статичная трехмерная» или «динамичная трехмерная» наглядность.

Таким образом, использование интегрированных ДФН способствует более активному включению студентов в процесс обучения, что, в свою очередь, положительно влияет на познавательную деятельность.

Любой эксперимент предусматривает систематическое изменение независимой переменной с целью определения эффекта от подобных изменений. При обучении с использованием ДФН нас интересовали изменения в познавательной деятельности студентов (операциональными критериями оценки эффективности использования ДФН являлись: число усвоенных понятий, общий объем усвоенных знаний, коэффициенты усвоения и остаточного усвоения). С целью выяснения этих вопросов был проведен ряд исследований. Экспериментальной площадкой являлась Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, факультеты: ЛХ (лесохозяйственный), МТД (механической технологии деревообработки), ХТиБ (химической технологии и биотехнологии).

На подготовительном этапе была выделена выборка студентов (328 человек) с относительно равными способностями и сформированностью знаний в области органической химии. В течение семестра занятия проводились в экспериментальных группах (э. г.) с использованием ДФН, а в контрольных группах (к. г.) обучение велось обычным способом. Контрольные срезы по усвоению знаний проводились дважды: I модуль — середина семестра, II модуль — по окончании семестра.

Надежным признаком адекватного понимания материала является способность студента к «переносу» — применению данного материала в новых условиях. Одной из задач нашего эксперимента было выявить влияние использования интегрированных ДФН на способность студентов находить рациональное решение возникшей проблемы, выбирать способ решения поставленной задачи, а также умение перевести абстрактный учебный материал в конкретно-образный, сделав правильный логический вывод. Для решения данной задачи в тесте для промежуточной (10 вопросов) и итоговой (10 вопросов) аттестации было включено по одному иллюстративно-графическому заданию (ИГЗ). Такому, например, как изобразить структурную формулу какого-то соединения и указать, спрогнозировать возможное влияние атомов друг на друга, на физические или химические свойства вещества. Для выполнения задач такого типа необходимо не только знание, глубокое понимание и усвоение учебного материала, но и умение предвидеть, прогнозировать, оперировать данными, которые можно было бы получить, только сделав правильный логический анализ и вывод соответственно. Задания такого типа всегда высоко оценивались преподавателями естественнонаучных дисциплин, так как для его выполнения необходим высокий уровень теоретического мышления. Оценочным критерием являлся коэффициент выполнения ИГЗ, который рассчитывался по формуле:

$$K_{\text{вып.}} = \frac{N_1}{N_2},$$

где N_1 — количество выполненных заданий, а N_2 — общее число заданий (в нашем эксперименте совпадает с числом студентов).

Анализ эмпирических данных по выполнению студентами ИГЗ показал (табл. 1), что коэффициент выполнения ИГЗ во всех группах, где использовались ДФН, больше, чем в контрольных. Таким образом, количество студентов, способных применить изученный

материал в новых условиях, перевести абстрактную информацию в конкретно-образную, в экспериментальных группах значительно выше.

Таблица 1

Эмпирические данные по выполнению рефлексивного задания

Группы	№	Количество выполненных заданий в группе					
		ФХТиБ		ЛХФ		ФМТД	
		I модуль	II модуль	I модуль	II модуль	I модуль	II модуль
Экспериментальные							
Общее число студентов		85		53		55	
	1	17	19	16	20	16	19
	2	19	21	17	19	12	20
	3	14	18				
Σ		50	58	33	39	28	39
$K_{\text{вып}}$		0,59	0,68	0,62	0,74	0,51	0,71
Контрольные							
Общее число студентов		85		54		56	
	1	15	12	15	12	12	10
	2	12	11	14	11	13	9
	3	11	5				
Σ		38	28	29	23	25	19
$K_{\text{вып}}$		0,45	0,33	0,54	0,43	0,47	0,34

Предъявление различных форм одного и того же предмета или явления значительно расширяет возможности формирования представлений о нем, так как каждый человек обладает ограниченным запасом, благодаря которому он ориентируется в окружающем мире. В формировании дополнительных единиц представлений ДФН являются чрезвычайно эффективными [1].

Познавательные процессы, разворачивающиеся в ходе учебной деятельности, почти всегда сопровождаются положительными и отрицательными эмоциональными переживаниями, которые выступают в качестве значимых детерминант, обуславливающих ее успешность. Это объясняется тем, что эмоциональные состояния и чувства способны оказывать регулирующее влияние как на процессы восприятия, памяти, мышления, воображения, так и на личностные проявления (интересы, потребности, мотивы и др.) [9].

Эмоциональные особенности учебного материала (привлекательность, его способность вызывать определенные чувства, эстетическое удовольствие) являются одним из факторов, которые влияют на качество заучивания учебной информации. Как показывают исследования, материал, вызывающий положительные чувства, заучивается легче, чем безразличный и скучный [5]. Использование в дисплейной наглядности цвета, графики, мультипликации, звука позволяет воссоздать явления, процессы, представить модели молекул в трехмерном пространстве, что способствует положительному эмоциональному насыщению учебного занятия.

Психологи подчеркивают прямую зависимость умственной деятельности от эмоциональных переживаний. «Чувства находятся в сложных взаимоотношениях с познавательной деятельностью. Они сами берут начало в ней, возникая на основе отражения человеком

реальной действительности. Но они же оказывают и значительное влияние на познание действительности: то как мощный стимул искания истины, то как переживание успехов и неудач в решении познавательных и вообще — интеллектуальных задач, то как источник повышенной “зоркости” или, наоборот, “слепоты” к тому, что происходит в действительности и что соответствует или не соответствует желаниям, надеждам, эмоциям субъекта» [10].

Эмоциональная мотивация деятельности есть фактор, ответственный за направленность и энергетический запас личности. Мотивация объясняет избирательность и упорядоченность мыслительных действий. Сила мотива зависит и от количества информации, содержащейся в стимуле. Отсюда и требование к наглядности — стимулятору: она должна не только влиять на эмоции и побуждать к действию, но и содержать определенную информацию, для усвоения которой в данных условиях создается особо благоприятная обстановка [1].

ДФН является стимулом к изучению предмета, действие которого недолговечно. Формирование и поддержание положительной мотивации к изучению нельзя представить себе без использования специально разработанных и реализованных в средстве обучения методических приемов. Поддерживать интерес студентов к дисплейной наглядности может прежде всего содержание и структура записей, научная глубина, дидактическая точность и аргументированность изложения материала [1].

Для того чтобы определить, какое влияние оказала используемая нами дисплейная наглядность на эмоциональную сферу респондентов, было проведено анкетирование. Студентам, в обучении которых применялась дисплейная наглядность, по окончании изучения курса предлагалось заполнить анкету, которая бы позволила узнать их отношение к использованию ДФН, а также высказать свои пожелания и рекомендации авторам этих разработок. А у студентов, обучение которых велось по обычной системе, определяли по 10-балльной шкале (один из пунктов анкеты) степень интереса, сложности и комфортности изучения курса. Таким образом, каждый студент проводил комплексную рефлексию целей и способов своей учебной деятельности, а затем пытался понять и осознать, понравился ли ему данный учебный курс, мог и хотел бы он заниматься подобной деятельностью дальше, понять, что нового узнал, насколько это для него значимо, и что в нем изменилось в результате учебной деятельности, насколько комфортно проходило обучение данному предмету.

Результаты анкетирования показали, что интегрированную дисплейную наглядность наибольшее количество студентов рекомендуют использовать для лекционных форм занятий (89,7%) и при проведении семинарских занятий (67,3%). Респондентами было отмечено, что курс органической химии с использованием ДФН не только повышает интерес, понимание учебного материала, но и способствует развитию воображения, мышления. Студенты рекомендовали также перенести опыт использования дисплейной наглядности на такие предметы, как биохимия, физиология растений, химия древесины, физика, анатомия и т. д. В основном это касалось курсов естественнонаучного цикла.

Если сравнить баллы, которые были даны студентами по 10-балльной шкале, то оценки, связанные с определением сложности учебного курса у экспериментальных и контрольных групп мало отличались. А вот степень интереса и уровень комфортности в группах, где использовались ДФН, были значительно выше (рис. 2).

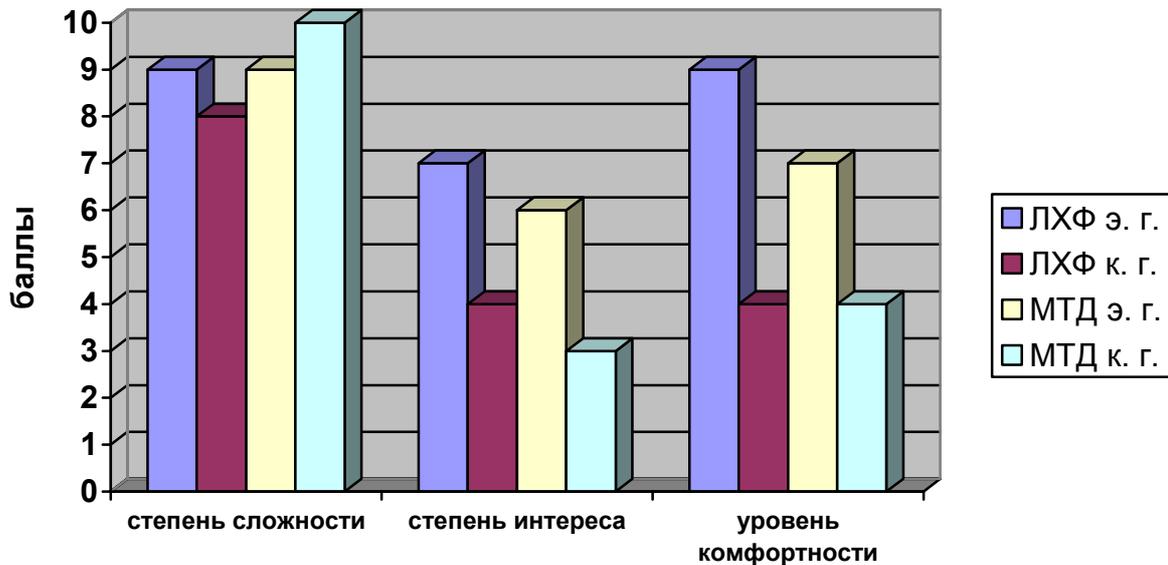


Рис. 2. Степень сложности, интереса и комфортности обучения в различных студенческих группах

Использование дисплейной наглядности в обучении не только расширяет возможности предъявления учебной информации, но и позволяет активизировать вовлечение студентов в учебный процесс, повышает комфортность обучения, вызывает положительные эмоции, а также эстетическое удовольствие. Пробуждение интереса хотя бы к части учебного материала делает возможной активацию устойчивой мотивации к процессу обучения как таковому [4]. Степень интереса непосредственно влияет на состояние внимания, возбуждает, направляет деятельность, придает ей интенсивный характер.

Применение ДФН вызывает удивление, любопытство, интерес студента. «Ведь как только преподаватель “зацепит” сферу интересов обучаемых, он сможет пробиться через броню отчужденности и безразличия, вызвать простое, естественное удивление перед фактом или теоретическим выводом, он откроет перед студентом данную область знаний как источник интереса» [4]. При этом рефлексия учебных действий позволяет студентам на основе предметного содержания самоопределиваться в продвижении личностного развития, осознать свою индивидуальность, предназначение, студент ярче проявляет себя в тех отраслях наук и способах изучения их, которые соответствуют его индивидуальности. Важнейшим критерием рефлексивного знания является выражение личного отношения студента к этому знанию.

Обучение носит рефлексивный характер, если студентам предоставляется возможность выбора содержания и форм представления учебной информации, если они могут оценивать и сравнивать учебный материал на основе определения личного отношения к этому научному знанию. Использование гипермедийной структуры дисплейной наглядности позволяет связать абстрактный знак с конкретно-чувственным образом изучаемого предмета или явления. Тем самым она делает учебный материал понятным и доступным каждому студенту в независимости от его индивидуальных способностей. Таким образом, и при чувственном наблюдении, и при абстрактном мышлении необходимость использования дисплейных форм наглядности диктуется большими возможностями не только совершенствования процесса преподавания, но и усилением интереса, увеличением комфортно-

сти обучения, а также повышением качества познавательной деятельности за счет положительных эмоций, вызванных использованием мультимедиа. Ведь эмоциональная составляющая, включенная в познавательную деятельность в качестве значимого элемента, влияет не только на учебную деятельность, которая осуществляется благодаря такому основополагающему качеству человеческого основания, как рефлексия, но и на формирование общего положительного отношения к учебному курсу.

Несмотря на определенные преимущества ДФН, однозначного ответа о целесообразности их использования дать нельзя. Из рис. 2 видно, что по некоторым критериям, например, по критерию сложности, использование ДФН приводит к отрицательным оценкам со стороны экспериментальных групп. Поэтому возникает вопрос, когда следует применять ДФН и следует ли вообще применять. Формально ответ на данный вопрос может быть получен в результате анализа многокритериальной задачи принятия решений, в которой критериями являются такие показатели, как степень сложности, степень интереса, уровень комфортности и т. п. Если разработка ДФН требует определенных затрат со стороны разработчика, то может использоваться стоимостной критерий, который необязательно определяется в денежном выражении, а может оцениваться, например, в затратах времени. Обозначим множество критериев $C = \{C_1, \dots, C_r\}$. Также введем множество весов критериев, $W = \{w_1, \dots, w_r\}$, которые характеризуют относительную значимость критериев так, что $w_1 + \dots + w_r = 1$.

В работе уже было отмечено, что ДФН могут использоваться в лекционном курсе, для практических занятий, для самостоятельной работы и т. д. Более того, ДФН могут расширить спектр классических средств в обучении различным предметам, а могут вообще не применяться в учебном процессе. Обозначим множество альтернатив $A = \{A_1, \dots, A_n\}$, например, A_1 — лекции, A_2 — практические занятия, A_3 — самостоятельная работа. По каждой альтернативе и по каждому критерию можно получить оценки в результате опроса. Такие оценки приведены на рис. 2 по 10-балльной шкале. Обозначим оценку k -й альтернативы по i -му критерию O_{ki} .

Решение задачи многокритериального принятия решений не представляет особых сложностей, и она может быть решена, например, использованием линейной свертки критериев. Предполагается, что все альтернативы принадлежат множеству Парето. Однако больший практический интерес вызывает не просто выбор наилучшей альтернативы, а доли использования ДФН в каждой альтернативе. Другими словами, нас интересует так называемая смешанная стратегия, которая определяется распределением вероятностей или долей $\{z_1, \dots, z_n\}$, характеризующих степень использования ДФН в каждом виде занятий и удовлетворяющих очевидному условию $z_1 + \dots + z_n = 1$. Тогда задача принятия решений может быть представлена как задача оптимизации следующего вида:

$$\sum_{i=1}^r w_i \left(\sum_{k=1}^n z_k O_{ki} \right) \rightarrow \max_{z_1, \dots, z_n}.$$

То есть необходимо найти такое распределение долей $\{z_1, \dots, z_n\}$, которое максимизирует математическое ожидание оценок для смешанной альтернативы. На самом деле задача имеет тривиальное решение, если веса критериев W заданы точно. Однако трудно ожидать в реальных условиях, что веса критериев точно определены. Обычно имеется некоторый набор оценок, например, сравнительных, которые не позволяют определить один точный вектор, а образуют некоторый $(r-1)$ -мерный многогранник весов, полученный «усечением»

единичного симплекса размерности r . Это приводит к тому, что получаем некоторый интервал математического ожидания оценок. Поэтому необходимо изменить глобальный критерий принятия решений. Предлагается использовать пессимистический критерий, согласно которому мы максимизируем минимальное значение математического ожидания оценок, т. е. нижнюю границу интервала соответствующего математического ожидания:

$$\min_{w_1, \dots, w_r} \sum_{i=1}^r w_i \left(\sum_{k=1}^n z_k O_{ki} \right) \rightarrow \max_{z_1, \dots, z_n}.$$

Если этот многогранник имеет крайние точки или вершины W_1, \dots, W_m , то, согласно [7], задача решается следующим образом. Обозначим:

$$G = \min_{w_1, \dots, w_r} \sum_{i=1}^r w_i \left(\sum_{k=1}^n z_k O_{ki} \right).$$

Тогда можно записать оптимизационную задачу:

$$G \rightarrow \max$$

при ограничениях:

$$G \leq \sum_{i=1}^r w_i^{(j)} \left(\sum_{k=1}^n z_k O_{ki} \right), \quad j = 1, \dots, m.$$

Здесь $w_i^{(j)}$ — i -й элемент j -й вершины многогранника весов.

Получена стандартная задача линейного программирования с переменными оптимизации G, z_1, \dots, z_n , решение которой, например симплекс-методом, не представляет никаких сложностей. Однако здесь возникает необходимость решения задачи определения вершин многогранника. Эта задача по сложности совпадает с задачей линейного программирования, но для ряда частных случаев оценки могут быть получены аналитически.

Рассмотрим иллюстрационный числовой пример. Пусть имеются три критерия, описанные выше, и три альтернативы, соответствующие разным типам занятий. Требуется распределить использование ДФН по трем альтернативам. Предположим, что получены следующие оценки альтернатив в соответствии с критериями. Эти оценки по 10-балльной шкале представлены в табл. 2. Отрицательные оценки говорят о том, что данный критерий конфликтует с конечной целью.

Таблица 2

Данные по оцениванию альтернатив

Тип занятий	Степень сложности	Степень интереса	Уровень комфортности
Лекция	-7	6	6
Практическое занятие	-9	3	8
Самостоятельная работа	-6	2	10

Также предположим, что имеются две сравнительные оценки значимости критериев: «сложность важнее интереса» и «интерес важнее комфортности», т. е. $w_1 \geq w_2$ и $w_2 \geq w_3$. Совокупность таких оценок образует треугольник с вершинами $W_1 = (1,0,0)$, $W_2 = (1/2, 1/2, 0)$, $W_3 = (1/3, 1/3, 3)$. Тогда задача линейного программирования имеет вид:

$$G \rightarrow \max$$

при ограничениях:

$$G \leq 1(-7z_1 + 6z_2 + 6z_3),$$

$$G \leq 1/2(-7z_1 + 6z_2 + 6z_3) + 1/2(-9z_1 + 3z_2 + 8z_3),$$

$$G \leq 1/3(-7z_1 + 6z_2 + 6z_3) + 1/3(-9z_1 + 3z_2 + 8z_3) + 1/3(-6z_1 + 2z_2 + 10z_3),$$

$$z_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad z_1 + z_2 + z_3 = 1.$$

Решение задачи: $z_1 = 0$, $z_2 = 0,4$, $z_3 = 0,6$. Это означает, что 40% ДНФ следует использовать в практических занятиях, а 60% — в самостоятельной работе.

Таким образом, получена методика «инвестирования» ДФН в учебный процесс при условии, что информация о значимости критериев принятия решений является неполной. Приведенный числовой пример является в большей степени иллюстрационным. Однако анализ реальных ситуаций отличается в основном размерностью задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко Е. А., Журин А. А., Милютин И. А. Технические средства обучения в современной школе: Пособие для учителя и директора школы / Под ред. А. А. Журин. М.: ЮНВЕС, 2004. 416 с.
2. Жук Ю. А., Куликов Л. В., Пономарев Д. А. Экспериментальное исследование применения мультимедийной наглядности при обучении студентов химии // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. 2008. Сер. 12. Вып. 3. С. 374–380.
3. Захарова И. Г. Информационные технологии для качественного и доступного образования // Педагогика. 2002. № 1. С. 27–33.
4. Кроть В. М. Психология и педагогика: Учебное пособие для техн. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2003. 325 с.
5. Столяренко Л. Д. Педагогическая психология. Сер. «Высшее образование». 3-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Феникс, 2004. 544 с.
6. Хуторской А. В. Современная дидактика: Учебник для вузов. СПб: Питер, 2001. 544 с.
7. Уткин Л. В. Анализ риска и принятие решений при неполной информации. СПб.: Наука, 2007. 404 с.
8. Фомин В. В. Автоматизация логического моделирования программного обеспечения с применением формального аппарата семиотических систем. СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 2000. 250 с.
9. Шиянов Е. Н., Котова И. Б. Развитие личности в обучении: Учебное пособие для студ. пед. вузов. М.: Академия, 1999. — 288 с.
10. Яновская Н. Психология памяти и процесс обучения в вузе // Педагогика. 2003. № 8. С.105–106.

REFERENCES

1. Bondarenko E. A., Zhurin A. A., Miljutina I. A. Tehnicheskie sredstva obuchenija v sovremennoj shkole: Posobie dlja uchitelja i direktora shkoly / Pod red. A. A. Zhurina. M.: JUNVES, 2004. 416 s.
2. Zhuk JU. A., Kulikov L. V., Ponomarev D. A. JEksperimental'noe issledovanie primenenija mul'timedijnoj nagljadnosti pri obuchenii studentov himii // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. Ser. 12. Vyp. 3. S. 374–380.
3. Zaharova I. G. Informacionnyye tehnologii dlja kachestvennogo i dostupnogo obrazovanija // Pedagogika. 2002. № 1. S. 27–33.

4. *Krol' V. M.* Psihologija i pedagogika: Uchebnoe posobie dlja tehn. vuzov 2-e izd., pererab. i dop. M.: Vyssh. shk., 2003. 325 s.
5. *Stoljarenko L. D.* Pedagogicheskaja psihologija. Ser. «Vysshee obrazovanie». 3-e izd., pererab. i dop. — Rostov n/D: Fenik», 2004. 544 s.
6. *Hutorskoj A. V.* Sovremennaja didaktika: Uchebnik dlja vuzov. SPb: Piter, 2001. 544 s.
7. *Utkin L. V.* Analiz riska i prinjatje reshenij pri nepolnoj informacii. SPb.: Nauka, 2007. 404 s.
8. *Fomin V. V.* Avtomatizacija logicheskogo modelirovanija programmnoho obespečenija s primenieniem formal'nogo apparata semioticheskikh sistem. SPb.: Jenergoatomizdat, Sankt-Peterburgskoe otdelenie, 2000. 250 s.
9. *Shijanov E. N., Kotova I. B.* Razvitie lichnosti v obuchenii: Uchebnoe posobie dlja stud. ped. vuzov M.: Akademija, 1999. 288 s.
10. *Janovskaja N.* Psihologija pamjati i process obuchenija v vuze. // Pedagogika. 2003. № 8. S. 105–106.