ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛОВ В ЗАДАЧЕ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Введение. Компьютеризация образования является естественноисторическим результатом процесса компьютеризации общества, и ее целью, безусловно, должно являться повышение эффективности процесса обучения не только за счет увеличения объемов информации и улучшения ее структуризации, а прежде всего за счет усовершенствования методов ее подачи и обработки. То есть с появлением компьютеризированного обучения появилась возможность автоматизированного управления процессом коллективного обучения и обучения отдельной личности за счет создания новых образовательных информационных технологий.

Процесс обучения – целенаправленный процесс организации деятельности обучающегося для получения знаний, умений и навыков, организованный по некоторой технологии обучения и осуществляемый при помощи средств обучения. Будем рассматривать процесс обучения по некоторой учебной дисциплине. При этом объектом обучения является обучаемый. Субъектами обучения являются сам обучаемый, так как он играет в процессе обучения активную роль, и обучающая среда. Элементами обучающей среды являются профессорско-преподавательский состав, информационное, методическое обеспечение дисциплины и средства обучения. Будем рассматриваться только средства обучения с использованием компьютеризированных информационных технологий.

Многие исследователи отмечают, что новые технологии в образовании будут эффективными лишь тогда, когда они будут побуждать к проявлению сущностных качеств активной личности. Наряду с приобретением знаний, умений и навыков работы по избранной специальности будущим специалистам необходимо умение адаптироваться в условиях быстрой смены поколений техники и технологии, увеличивать в течение короткого периода свои профессиональные знания, быть ориентированным на непрерывность образования. Для решения данной проблемы необходима технология обучения, обеспечивающая требуемый уровень мобильности специалиста. Именно поэтому в систему образования все шире внедряются новые технологии обучения.

Проведенный анализ многочисленных публикаций отечественных и зарубежных авторов последних лет, посвященных решению сформулированной проблемы свидетельствует об осознании актуальности всего комплекса научных задач, которые необходимо решать для повышения эффективности процесса обучения[1].

Постановка задачи. Для решения проблемы требуется формализация задачи оптимальности в информационной технологии обучения, для чего необходимо выполнить следующие шаги:

- 1 – выбор критерия эффективности (функционала цели);
- 2 – определение состава ресурсов и ограничений, наложенных на них;
- 3 – определение начальных условий (задание исходной траектории обучения);
- 4 – учет нестационарности объекта и идентификация объекта в пространстве состояний;
- 5 – постановка задачи создания информационной технологии обучения как оптимизационной задачи управления динамической нестационарной системой.

Целью данной статьи является попытка формализации задачи оптимальности в информационной технологии обучения в соответствии с перечисленными шагами.

Основная часть. Рассмотрим проблему цеполагания в процессе обучения. Как в любой оптимизационной задаче одним из самых трудных и слабоформализованных является выбор целевого функционала. Существующие рекомендации в основном охватывают задачи, приводимые к выпуклым.

Во-первых, в задаче обучения целевой функционал J определяется внешней (по отношению к обучаемому) средой. Во-вторых, следует учесть, что процесс обучения - это процесс, разворачивающийся во времени, и оценивание результата происходит многократно в одной и той же среде. В-третьих, процесс обучения на интервале $(0, T)$ зависит от траектории – плана обучения $x(t)$ и управляющих усилий учителя $u(t)$. Поэтому оценивать процесс обучения следует функционалом (что неявно происходит и в классической системе):

$$J = J(x, \dot{x}, u, t) = \int_0^T F(x, \dot{x}, u, t) dt,$$

где $J = J(x, \dot{x}, u, t)$ - критерий эффективности обучения, $F(x, \dot{x}, u, t)$ - некоторый функционал. Действительно, оценка в виде функционала отражает все компоненты управления, фильтрацию

прошлого, анализ настоящего и прогноз будущего, тогда как оценка в виде функции отражает только анализ настоящего, что предполагает ошибку статизма.

В [2] показана целесообразность применения аппарата теории активных систем для решения задачи построения индивидуализированной компьютеризированной системы обучения (ИКСО), в частности аппарата проблемно-ресурсного анализа. Одной из основных категорий проблемно – ресурсного анализа [3] является категория “цель, где цель – это субъективная категория, которая определяется как намерение, решение действовать в соответствии с одной из существующих альтернатив в данной проблемно – ресурсной ситуации.

При традиционном обучении можно говорить о том, что носителем цели обучения по конкретной дисциплине является преподаватель. Он ставит общую цель обучения и разрабатывает стратегию и тактику её достижения в расчёте на среднего студента при групповом обучении и на конкретного студента при индивидуальном обучении (репетиторстве). В рамках этой общей цели каждый конкретный студент ставит свою цель, исходя из своей проблемно – ресурсной ситуации, и разрабатывает соответствующую стратегию и тактику.

При компьютеризированном обучении предполагается, что субъект – обучающийся способен самостоятельно выбирать цель и стратегии обучения. По мнению профессионалов – преподавателей [4], это не совсем так. К тому же далеко не всякая личность обладает упорством в достижении поставленной цели. Играть роль внешние и внутренние стимулы, а также мотивация постреализации и учебная мотивация, которая на промежутке времени обучения постоянно изменяется. Поэтому с изменением перечисленных факторов обучения, изменяется и цель. Это имеет место и при традиционной классической системе обучения. Но в ней важнейшую роль играет преподаватель, который в процессе обучения постоянно корректирует стратегию и тактику обучения.

Обучающийся в системе компьютеризированного обучения может выбирать, наиболее, по его мнению, комфортные для себя условия обучения (цветовую гамму, аудио-сопровождение и т.д.). Между тем, комфортные условия являются таковыми по субъективному мнению обучающегося, и необязательно оптимальны для обучения. Очевидно, что организацию процесса обучения нерационально отдавать на откуп только субъекту – обучающемуся. В противном случае, значительных успехов от такого обучения не будет, о чем свидетельствует более чем 20 летний опыт внедрения дистанционного образования во всем мире.

Поэтому предлагается передать часть функций целеполагания на ИКСО, точнее на ту её часть, которая имитирует субъект - обучающегося.[4] Это позволяет, не меняя цель окончательного обучения по дисциплине, например, корректировать промежуточные цели обучения и тактику обучения на каждом шаге.

Согласно теории проблемно-ресурсного анализа цель в логическом и временном отношении является подчиненной категорией. Она может появиться лишь после того, как осознана проблема. При этом цепочку проблем и целей можно представить таким образом, что одна проблема, например P_0 порождает цель A_0 , в процессе движения к цели A_0 , возникают новые промежуточные проблемы $P_1, P_2, \dots, P_n$, и, соответственно, новые цели $A_1, A_2, \dots$. Окончательное последовательное разрешение всех промежуточных проблем приводит к разрешению проблемы P_0 . Именно так и происходит в процессе обучения.

Выбор цели осуществляется в результате анализа проблемно-ресурсной ситуации в процессе обучения, т.е. множества альтернатив Σ_a , располагаемых $R^{disp}(\omega_i)$ и потребных ресурсов, $R^{req}(\omega_i)$, а также ожидаемых новых ресурсов $R^{exp}(\omega_i)$, и распределение предпочтений на Σ_a .

Цель представляется как «оператор», запускающий механизм достижения выбранного состояния ω_i . При этом подчеркнем первичность проблемы, которая при компьютеризированном обучении возникает на каждом шаге обучения как несоответствие между желаемым (образом, сформированным обучающим) и действительным состоянием (гипотезой обучающегося) объекта обучения – обучающегося, что выявляется средствами ИКСО.

Простейшая проблема определяется как отношение предпочтения на множестве альтернатив. Модели формирования распределения предпочтений даёт теория полезности. В соответствии с [3] постулируется применение для моделирования процесса обучения вариационного принципа, в соответствии с которым формируются предпочтения.

Предпочтения вообще и при обучении в частности можно разделить на рационалистические, связанные с утилитарными интересами (полезность, вредность, ресурсы и т.д.) и иррационалистические (стабильные императивы: этические, религиозные, политические). При этом делается допущение,

что рационалистические предпочтения подлежат оптимизации на основе вариационного принципа, иррационалистические, то есть стабильные императивы заданы a-priori и не могут быть объектом выбора, в том числе оптимального.

Для каждого реализованного состояния ω назовем множество достижимых состояний $\Omega_{att}(\omega)$ и множество альтернатив $\Omega_a(\omega)$, множество проблем $P_a(\omega)$. Пусть на множестве $\Omega_a(\omega)$ задано отношение предпочтения ρ . Исходное состояние ω_0 характеризуют:

- наличные ресурсы R_0^{disp} , характеризующие альтернативы ω_i .
- потребные ресурсы $R^{req}(\omega_i) = R_i^{req}$
- ожидаемый эффект, т.е. новые ресурсы $R^{exp}(\omega_i) = R_i^{exp}$. Событие $S = (\omega, t)$. Проблемно-ресурсной ситуацией будем называть

$$M = \{\omega, t, R_a(\omega), \rho, R^{disp}, R^{req}(S_a(\omega))\}$$

Субъект ИКСО постоянно находится в определенной проблемно-ресурсной ситуации (ПРС), но мы будем рассматривать ПРС в дискретные моменты времени, совпадающие с моментом окончания предыдущего шага обучения, совпадающем с моментом начала следующего шага обучения. Изменение ПРС определяется как ситуационная динамика.

На множестве альтернатив обычно вводится отношение предпочтения, слабого или сильного. При этом, если функция предпочтения субъекта-обучающего является весовой функцией, а альтернативы могут иметь равные значения функции предпочтения, то на множестве альтернатив можно получить разбиение на классы эквивалентности, которые можно упорядочить, то есть установить на множестве альтернатив квазиупорядок. Важным расширением этой теории является случай интервального упорядочения. Упорядоченные интервалы безразличия не совпадают с классами эквивалентности и отражают свойства психики субъекта – обучающегося, состоящее в том, что для него существуют зоны неразличимости альтернатив.

Если $\prec$ на Ω_a является строгим частичным упорядочением и выполняется условие

$$\forall \sigma, \eta, \xi, \varepsilon \in \Omega_a ((\sigma < \eta \wedge \xi < \varepsilon) \Rightarrow (\sigma < \varepsilon \oplus \xi < \eta))$$

то $\prec$ называется интервальным упорядочением.

Если $\prec$ на Ω_a является строгим частичным упорядочением и выполняется условие

$$\forall \sigma, \eta, \xi, \varepsilon ((\sigma \prec \eta \wedge \eta < \xi) \Rightarrow (\sigma < \varepsilon \oplus \varepsilon < \xi))$$

то $\prec$ называется интервальным полуупорядочением.

Справедлива следующая теорема:

Если отношение $\prec$ на Ω_a - есть интервальное упорядочение, а множество классов эквивалентности Ω_n счётно, то существуют вещественные функции $U(\omega)$ и $\sigma(\omega)$, заданные на Ω_a , такие, что $\forall \omega \in \Omega_a (\sigma(\omega) > 0)$ и $\forall \sigma, \eta \in \Omega_a (\sigma \prec \eta \Leftrightarrow U(\sigma) + \delta(\sigma) < U(\eta))$.

Эта теорема вводит функцию неопределенности $\delta(\sigma)$, благодаря которой возможно сохранение нетранзитивности отношения безразличия « $\approx$ ». Интервал безразличия $I(\sigma) = [U(\delta), U(\sigma) + \delta(\sigma)]$. Интервал безразличия $I(\sigma)$ целиком лежит левее интервала $I(\eta) \Leftrightarrow \sigma \prec \eta$. Если интервалы $I(\sigma)$ и $I(\eta)$ пересекаются, соответствующие элементы σ и η находятся в отношении « $\approx$ ».

Для отношения интервального полуупорядочения справедлива следующая теорема [3]:

Пусть $\prec$ - полуупорядочение на Ω_a и множество подмножеств эквивалентности $\Omega_{\sim}$ конечно.

Тогда на Ω_a существует вещественная функция $U(\sigma)$ такая, что

$$\forall \sigma, \eta \in \Omega_a (\sigma \prec \eta \Leftrightarrow U(\sigma) + 1 < U(\eta))$$

При моделировании процесса обучения каждая альтернатива ω является конечным кортежем $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ т.е. элементом декартова произведения.

$\Omega_a = \prod \Omega_{a_i} = \Omega_{a_1} \times \Omega_{a_2} \times \dots \times \Omega_{a_n}$ при отсутствии корреляции факторов – компонент кортежа ω .

В этом случае можно говорить об аддитивности функции полезности:

$$\sigma \prec \eta \Leftrightarrow U_1(\sigma_1) + U_2(\sigma_2) + \dots + U_n(\sigma_n) < U_1(\eta_1) + U_2(\eta_2) + \dots + U_n(\eta_n)$$

Субъект – обучающийся изменяет свое актуальное состояние ω_0 (в части изменяемых параметров). Одновременно с этим происходит модификация множества альтернатив $\Omega_0(\omega_0)$ и изменение распределения предпочтений на множестве $\Omega_0(\omega_0)$, т.к. каждому отношению предпочтений ставится в соответствие количественная характеристика – распределение предпочтений $\pi(\omega_i / \omega_0)$ и справедливо:

$$\omega_i \leq \omega_j |_{\omega_0} \Leftrightarrow \pi(\omega_i | \omega_0) \leq \pi(\omega_j | \omega_0)$$

Задать описание ситуационной динамики – значит задать преобразование (морфизм):

$$M(t_2) = F(M(t_1)) \tag{1}$$

где $M(t_1) \in Ma(t_1), M(t_2) \in Ma(t_2), Ma(t)$ – множество альтернативных ПРС.

В зависимости от принятой модели описания морфизм (1) может задаваться в различных формах: как детерминированное, вероятностное или нечёткое отношение.

Чтобы задать морфизм перехода из текущей ПРС в ПРС, которая соответствует более предпочтительной ситуации, необходимо повысить интенсивность и качество обучения на каждом шаге обучения, т.е. решить многокритериальную задачу:

$$V_{pi}^{req} = \frac{dR_{pi}^{req}}{dt} \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{pi}^{red}}{R_{ai}^{red}} \rightarrow \max \\ V_{ai}^{red} = \frac{dR_{ai}^{red}}{dt} \rightarrow \max \end{array} \right.$$

при ограничениях: $R_{pi}^{min} \leq R_{pi}^{disp} \leq R_{pi}^{max}$; $R_{ai}^{disp} \geq R_{ai}^{req}$; $t_i \leq T_i$.

где R_{ai}^{disp} - наличные активные, R_{pi}^{disp} - наличные пассивные, R_{ai}^{req} - использованные активные, R_{pi}^{req} - использованные пассивные ресурсы.

Для каждого реализованного состояния ω назовем множество достижимых состояний $\Omega_{att}(\omega)$ и множество альтернатив $\Omega_a(\omega)$, множество проблем $P_a(\omega)$.

Описание ситуации М включает $\Omega_a(\omega_0), R^{req}(\Omega_a(\omega_0)), R^{disp}(\Omega_a(\omega_0))$. Потому модель динамики ИКСО должна отражать динамику изменения этих множеств. Это требует привлечения соответствующих методов.

Различие между понятиями «функция полезности» и «функция предпочтений» состоит в том, что

функциям полезности приписывается объективный смысл вероятности достижения желаемого результата, например, на данном шаге обучения или в результате всего процесса обучения.

Функция предпочтения вводится для того, чтобы количественно описать субъективную составляющую, получить возможность прогнозировать поведение субъекта – обучающегося. Функция $\pi(\omega) > 0 \forall \omega \in \Omega_\omega$ и ограничена.

Распределение предпочтений и функция предпочтений являются безусловными (абсолютными), если они не зависят от актуального состояния ω_0 . В противном случае говорят об условном распределении.

Композиция альтернатив ω^k порядка k представляет собой комплексную альтернативу, предусматривающую одновременное действие системы по реализации всех составляющих композиций простых альтернатив.

Определим проблемно-ресурсную стратегию Str . Ситуационная динамика рассматривается как последовательность сменяющих друг друга композиций $C_s(t, t_s^i, t_s^f, V_s^r, \dots)$, где s – номер композиции альтернатив, $s \in \overline{1, N_c}; t_s^i, t_s^f$ – начальный и конечный моменты времени композиции C_s, V_s^r – скорость преобразования и распределения внутри композиции C_s располагаемых ресурсов.

Проблемно – ресурсной траекторией (ПРТ) называется последовательность переходов от одной композиции к другой. Каждый шаг вдоль траектории – это замена одной композиции другой, т.е. морфизм некоторого типа:

$$Str\sigma = \{C_s, t_s^i, t_s^f, V_s^r(t_s^i, t_s^f)\}$$

Предпочтения на множестве стратегий носят объективный характер и могут быть упорядочены с помощью соответствующей функции полезности $U(Str)$.

На множестве стратегий можно ввести субъективную количественную меру предпочтений $\pi(Str)$ - функцию предпочтений на множестве допустимых стратегий. Функции предпочтения $\pi(\sigma)$ могут быть как монотонными, так и немонотонными.

Будем предполагать, что функция предпочтения нормирована, Это отражает определенное свойство психики субъекта, состоящие в том, что если в некотором ограниченном наборе альтернатив интерес субъекта к одной из альтернатив возрастает, то интерес в отношении других альтернатив должен уменьшаться.

Как было сказано выше, множество Ω_a конечно, поэтому условие нормировки:

$$\sum_{i=1}^n \pi(\omega_i) = 1, \pi(\omega_i) \geq 0 \forall \omega_i \in \Omega_a$$

или

$$\sum_{i=1}^n \pi(\omega_i | \omega_j) = 1, \pi(\omega_i | \omega_j) \geq 0, \forall \omega_i, \omega_j \in \Omega_a | \omega_j$$

Наличие субъективного распределения предпочтений дает возможность определить «субъективное» расстояние между двумя альтернативами:

$$\rho_s(\omega_i, \omega_j) = |\pi(\omega_i) - \pi(\omega_j)|$$

или для условного распределения предпочтений

$$\rho_s(\omega_i, \omega_j | \omega_k) = |\pi(\omega_i | \omega_k) - \pi(\omega_j | \omega_k)|$$

Данная функция удовлетворяет трем необходимым условиям:

$$\rho_s(\omega_i, \omega_j) = 0$$

$$\rho_s(\omega_i, \omega_j) = \rho_s(\omega_j, \omega_i)$$

$$\rho_s(\omega_i, \omega_k) \leq \rho_s(\omega_j, \omega_i) + \rho_s(\omega_j, \omega_k)$$

«Объективное» расстояние введем через функцию полезности:

$$\rho_0(\omega_i, \omega_j) = |U(\sigma_i) - U(\sigma_j)|$$

Альтернативы $A, B \in \Omega_0$ зависимы между собой, если осуществление одной из них влияет на величину предпочтения другой и ни одна из них не является невозможной.

Различается зависимость временная и субстанциональная. Временная зависимость альтернатив состоит в том, что они могут осуществляться только в определенном порядке. Субстанциональная зависимость альтернатив состоит в том, что они зависят через общие ресурсы или имеют пространственную зависимость. Несовместимость альтернатив влечет их независимость, но независимость необязательно влечет несовместимость.

В субъективном анализе [3] вводят энтропию предпочтений на множестве альтернатив. Ее называют субъективной энтропией. Она тесно связана с понятием ценности информации. В [3] энтропия и информация выражаются через субъективные предпочтения, распределенные на множестве альтернатив, состав, сущность и количество которых является результатом субъективных представлений о ПРС, т.е. речь идет об энтропии ПРС.

Пусть $\Omega_a | \omega_0$ - множество альтернатив, пусть его размерность равна N . $\omega_0 \notin \Omega_a | \omega_0$, $\pi(\omega_i)$ - функция распределения предпочтений на $\Omega_a | \omega_0$.

Энтропия

$$H_\pi = -\sum_{i=1}^n \pi(\omega_i) \ln \pi(\omega_i)$$

обладает следующими свойствами:

Когда все значения функции $\pi(\omega_i)$ одинаковы, альтернативы одинаково предпочтительны (из условий нормировки) $\pi(\omega_i) = \frac{1}{n}$, $H_\pi = \ln N$, что представляет собой максимальное значение энтропии.

При сингулярном распределении, когда предпочтения всех альтернатив равны нулю, за исключением одной альтернативы (из условия нормировки, величина предпочтения этой альтернативы равна 1):

$$\pi(\omega_i) = \begin{cases} 1, & i = k \\ 0, & i \neq k \end{cases} \quad (i = \overline{1, N})$$

энтропия $H_\pi = 0$ т.е. минимальна.

Эти условия означают, что субъективная энтропия максимальна, когда множество $\Omega_a | \omega_0$ представляет собой один класс эквивалентности по предпочтениям, и минимальна в случае сингулярного распределения предпочтений, когда имеется полная определенность в выборе альтернативы. При наличии двух классов эквивалентности.

Субъективная энтропия всегда положительна. Пусть множество $\Omega_a | \omega_0$ содержит k классов эквивалентности, L_s – есть количество альтернатив в s -м классе, π_k - величина функции предпочтения элементов (альтернатив), принадлежащих этому классу. Тогда энтропия примет вид:

$$H_\pi^n = -\sum_{s=1}^k L_s \pi_{L_s} \ln \pi_{L_s}$$

Обозначить $\pi_s = \frac{1}{L_s} \pi_k$ – «предпочтение класса» получим:

$$H_\pi^k = -\sum_{s=1}^k \pi_s \ln \pi_s + \sum_{s=1}^k \pi_s \ln L_s$$

Первое слагаемое всегда положительно и представляет собой энтропию предпочтений на классах, второе тоже всегда положительно и представляет собой взвешенную по предпочтениям энтропию размеров (мощностей) классов.

Энтропия H_π^k при заданном $k < N$ достигает максимума, если все $\pi_i = \frac{1}{k}$. Тогда из условия нормировки:

$$\sum_{i=1}^n \pi(\omega_i) = \sum_{s=1}^k \pi_{L_s} L_s = 1 \Rightarrow \sum_{s=1}^k \pi_s = 1$$

при $\pi_s = \frac{1}{k}$ для $\forall s = \overline{1, k}$ из (2.5) находим

$$H_{\pi}^k = \frac{1}{k} (K \ln k - \ln(L_1 \cdot L_2 \cdot \dots \cdot L_k)) = \ln k - \ln \sqrt[k]{L_1 \cdot L_2 \cdot \dots \cdot L_k}$$

отсюда H_{π}^k достигает максимума при $k=N$. В таком случае $L_s = 1 \forall s = \overline{1, N}$ и второе слагаемое обращается в ноль.

Следовательно

$$H_{\pi}^k (k < N) < H_{\pi}^n \text{ и } H_{\pi}^k (k = N) = H_{\pi}^n = \ln N$$

Наличие классов эквивалентности, таких, что хотя бы одно из $L_s > 1$ приводит к уменьшению энтропии.

Энтропия максимальна, когда число классов эквивалентности $k=N$ для $\forall s = \overline{1, N} \quad L_s = 1$.

В теории информации рассматривается информация Хартли $H_{\pi} = k \cdot \ln N$,

где N – число равновероятных результатов экспериментов. Если $k=1$, то информация Хартли измеряется в натах, если $k = (\ln s)^{-1}$, то H_{π} измеряется в двоичных единицах – битах. Если состояние не равновероятно, то каждому состоянию соответствует своя информация

$$I_{\pi}(\omega_i) = -\ln p(\omega_i)$$

где $p(\omega_i)$ – вероятность «появления» состояния ω_i . В нашем случае вместо вероятности $p(\omega_i)$ используется функция предпочтения $\pi(\omega_i)$, а энтропия $H_{\pi}(\omega_i)$ отражает неопределенность, связанную с альтернативой ω_i , и может трактоваться как, субъективная информация, которая высвобождается, если ω_i выбирается в качестве цели. Энтропия $H_{\pi}(\omega_i)$ после выбора ω_i в качестве цели обращается в ноль и, соответственно, высвобождается информация $I(\omega_i) = H_{\pi}(\omega_i)$

Энтропия (2.4) есть результат осреднения хартлиевских энтропий «по предпочтениям». Субъективную энтропию можно попытаться использовать как количественную характеристику психического состояния субъекта, находящегося в ПРС.

Представляется естественным допущение, что уровень энтропии предпочтительный, являясь условием неопределенности желаний, характеризует степень психической напряженности. При этом, чем выше субъективная энтропия, тем выше эта напряженность. Максимальная энтропия $\ln N$ может служить одним из критериев интеллекта, поскольку определяется через количество одновременно рассматриваемых альтернатив.

Для каждого индивидуума-обучающегося существует предельная, психически «переносимая» им энтропия H_{π} такая, что индивидуальная энтропия не может превысить этот предел. Результатом достижения предела H_{π} должна явиться модификация множества альтернатив Ω_a либо перераспределение предпочтений на Ω_m .

Выводы. Таким образом, выполнена формализация задачи оптимальности в информационной технологии обучения:

- 1 – сформулирована задача повышения интенсивности и качества обучения на каждом шаге обучения в виде многокритериальной оптимизационной задачи;
- 2 - определен состав ресурсов и ограничений, наложенных на них;
- 3 – определены начальные условия (задание исходной траектории обучения);

4 – учтена нестационарность объекта в пространстве состояний;
5 – выполнена постановка задачи создания информационной технологии обучения как оптимизационной задачи управления динамической нестационарной системой.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Соколов А.Е. Моделирование процесса обучения с использованием моделей обучаемого и обучающего / А.Е. Соколов // Проблемы інформаційних технологій. – 2009. - №2(006).-С. 154-157.
2. Соколов А.Є. Комбінована модель управління процесом комп'ютеризованого навчання / А.Е. Соколов // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2010.- №1(52). – С. 157-160
3. Касьянов В.О. Суб'єктивний аналіз: монографія. / В.О. Касьянов – К.:НАУ, 2007. 512 с.
4. Соколов А.Є. Формалізація задачі оптимізації індивідуалізованого комп'ютеризованого навчання / А.Е. Соколов // Вісник Херсонської державної морської академії. – 2012.- №2(7). – С. 97-100.

СОКОЛОВ Андрей Евгеньевич – к.т.н., доцент кафедры информационных технологий Херсонского национального технического университета.

Научные интересы: методы и модели компьютеризированного обучения.