

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОГО УЧЕБНОГО РЕСУРСА

Кондратёнок Е.В., Кондратёнок В.А.

*БНТУ, Минск, Беларусь, elena\_kondr@tut.by*

*Военная академия Республики Беларусь, Минск, vkondr@tut.by*

### Введение и постановка задачи

В настоящее время во многих сложных системах используется система поддержки принятия решений (СППР), т.к. разработчик на этапе проектирования сталкивается с широким перечнем проблем, автоматизировать решение которых достаточно сложно или нецелесообразно. Пользователь, принимая то или иное решение, зачастую не в состоянии оценить весь объем требуемой информации из-за ограничений во времени и т.д. Для улучшения качества принимаемых решений и служит СППР, и от того, насколько она эффективна, зависят показатели качества функционирования всей сложной системы, в состав которой СППР входит в виде подсистемы.

В статье приведены результаты анализа необходимости и интенсивности управляющего воздействия при различных уровнях подготовленности обучаемых в соответствии с теоретическими моделями [1, 2] при реализации адаптивного учебного ресурса (АУР).

Цепь Маркова, моделирующая вероятностный процесс прохождения АУР и порядок ее применения для технической дисциплины рассмотрен автором в [3]. Модель АУР в [3] представляет собой ориентированный граф. В [3] подчеркивалось, что сложность марковской модели функционирования системы определяется необходимостью учета множества факторов и сложной организацией самой системы. Также обращалось внимание на то, что вероятностный подход, традиционно использованный в марковских моделях, не всегда применим из-за недостатка статистической информации о состоянии сложной системы.

Применение же СППР при разработке и использовании АУР позволит хотя бы частично нивелировать указанные сложности, т.к. то или иное решение будет принимать человек (пользователь, разработчик), в распоряжении которого будет уже подготовленная информация.

### Результаты математического моделирования

Для обучаемого АУР представляется набором модулей (тем, разделов), а наиболее важным из них является последний (сдача экзамена, зачет). Вся процедура изучения АУР может быть рассмотрена как последовательная реализация набора этапов (изучения тем) при отсутствии контуров обратной связи (см. рис.3 [3]).

Случайные события реализации этапов осуществляются последовательно, математическая модель изучения простой марковской цепью событий из  $N$  этапов, для которой  $n$ -мерная плотность вероятности показателя качества вдоль всей цепи представляется в виде:

$$\begin{aligned} P(W_0, W_1, W_2, \dots, W_n, \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n) = \\ = P(W_0) \cdot P(W_1/W_0, \delta_1) \dots P(W_n/W_{n-1}, \delta_n) \end{aligned}$$

где  $P(W_0)$  – плотность распределения вероятности показателя качества на входе цепи;

$W_i$  – показатель качества выполнения  $i$ -го этапа (изучения  $i$ -ой темы);  $i = 1, \dots, n$ ;

$\delta_i$  – коэффициент управляющего воздействия на  $i$ -ом этапе;  $\delta_i \in 0,1$ ;

$P(W_{i-1}, \delta_i)$  – условная плотность вероятности показателя качества на  $i$ -ом этапе.

В качестве показателя  $W_i$  здесь можно рассматривать оценку знаний обучаемого после изучения  $i$ -го учебного модуля ( $W_i = 1, 2, \dots, 10$ ). В качестве же значения  $\delta_i$  рассматривается интенсивность влияния преподавателя на обучаемого (при  $\delta = 0$  педагог не оказывает воздействия, при  $\delta = 1$  преподаватель оказывает максимально возможное воздействие на обучаемых (к примеру, организует и проводит дополнительные консультации, в том числе и индивидуальные)).

Однако уделить одинаковое внимание всем учебным группам, в которых педагог проводит занятия, иногда затруднительно или невозможно ввиду большой загруженности последнего. В этом случае необходимо распределить усилия преподавателя между группами в соответствии с подготовленностью обучаемых и сложностью преподаваемого учебного материала.

Поскольку конечным и наиболее важным для АУР является этап сдачи экзамена (зачет), то представляет интерес решение задачи нахождения вероятности получения положительной оценки  $P_{\text{ЭКЗ}}$  в ходе данного этапа.

Для ее решения рассмотрим вариант последовательного изучения учебных модулей АУР, по окончании каждого из которых обучаемый сдает тест.

Принимая  $\delta = \text{const}$  для всей траектории прохождения АУР, можно рассчитать  $P_{\text{ЭКЗ}}$  для набора  $\delta$  ( $\delta = \delta' = 1$ ,  $\delta = \delta'' = 0,5$ ,  $\delta = \delta''' = 0$  и др.).

В случае, если бы модулей АУР было, к примеру, два, значение  $P_{\text{ЭКЗ}}$  можно рассчитать как

$$P_{\text{ЭКЗ}} = \int \int \int P(W_0) \cdot P(W_1/W_0, \delta) \cdot P(W_2/W_1, \delta) dW_0 dW_1 dW_2.$$

В рассматриваемом же случае [1] количество модулей равно 10. Это несколько усложняет выражение, к тому же величина  $W_i$  дискретна. При этом

$$P_{\text{ЭКЗ}} = \sum_{i=4}^{10} P(W_{10}, \delta) \cdot P(W_{10}/W_9, \delta),$$

где  $P(W_{10}, \delta) = \sum_{i=4}^{10} P(W_9, \delta) \cdot P(W_9/W_8, \delta);$

...

$$P(W_2, \delta) = \sum_{i=4}^{10} P(W_1, \delta) \cdot P(W_2/W_1, \delta);$$

$$P(W_1) = \sum_{i=4}^{10} P(W_0) \cdot P(W_1/W_0, \delta).$$

Функция плотности вероятности  $P(W_i/W_{i-1}, \delta_i)$  определяется экспериментально. При этом она должна обладать следующими свойствами:

1. Вероятность качественного изучения  $i$ -го модуля тем выше, чем эффективнее используется СППР.

2. Чем выше качество изучения  $i$ -го модуля, тем выше вероятность более высокого качества изучения  $(i+1)$ -го модуля АУР.
3. Функция плотности вероятности должна удовлетворять условию нормировки

$$\int_0^{W_M} P(W_i/W_{i-1}, \delta_i) dW_i = 1,$$

где  $W_M$  – максимальное значение показателя качества.

Перечисленные свойства позволяют по аналогии с [1, 2] использовать следующую функции плотности вероятности (ее линейной аппроксимации):

$$P(W_i/W_{i-1}, \delta_i) = \frac{1}{W_M} - \frac{\delta_i}{2 - \delta_i} \left( \frac{2W_{i-1} - W_M}{W_M} \right) \left( 1 - \frac{2W_i}{W_M} \right).$$

Здесь плотность вероятности является функцией трех переменных. Ее реализация для различных  $\delta$  показана на рис.1. Анализ приведенных зависимостей свидетельствует о следующем:

1. Подтверждается предварительное предположение о необходимости хотя бы минимального уровня управляющего воздействия при освоении обучаемыми учебных модулей АУР. Оно может выражаться в проведении «штатных» консультаций перед проведением лабораторных, контрольных, расчетно-графических работ, защите курсовых проектов и отчетов по лабораторному практикуму и т.д. Отсутствие обратной связи «обучаемый-преподаватель» не обеспечивает должной мотивации обучаемого, он не видит перспектив применения получаемых знаний и его интерес к предлагаемому учебному материалу сходит на нет.

2. Получение положительного результата при изучении текущего учебного модуля тем выше, чем выше уровень освоения предшествующего. Только при освоении предшествующего модуля с оценкой «четыре» и выше дает возможность разобраться с материалом текущего модуля. В противном случае обучаемый не сможет сдать тест текущего модуля выше оценки «три» вне зависимости от коэффициента управляющего воздействия (нерабочая область зависимостей).

3. Коэффициент управляющего воздействия показывает тем большее влияние на конечный результат (тест текущего учебного модуля), чем выше был уровень прохождения предыдущего теста.

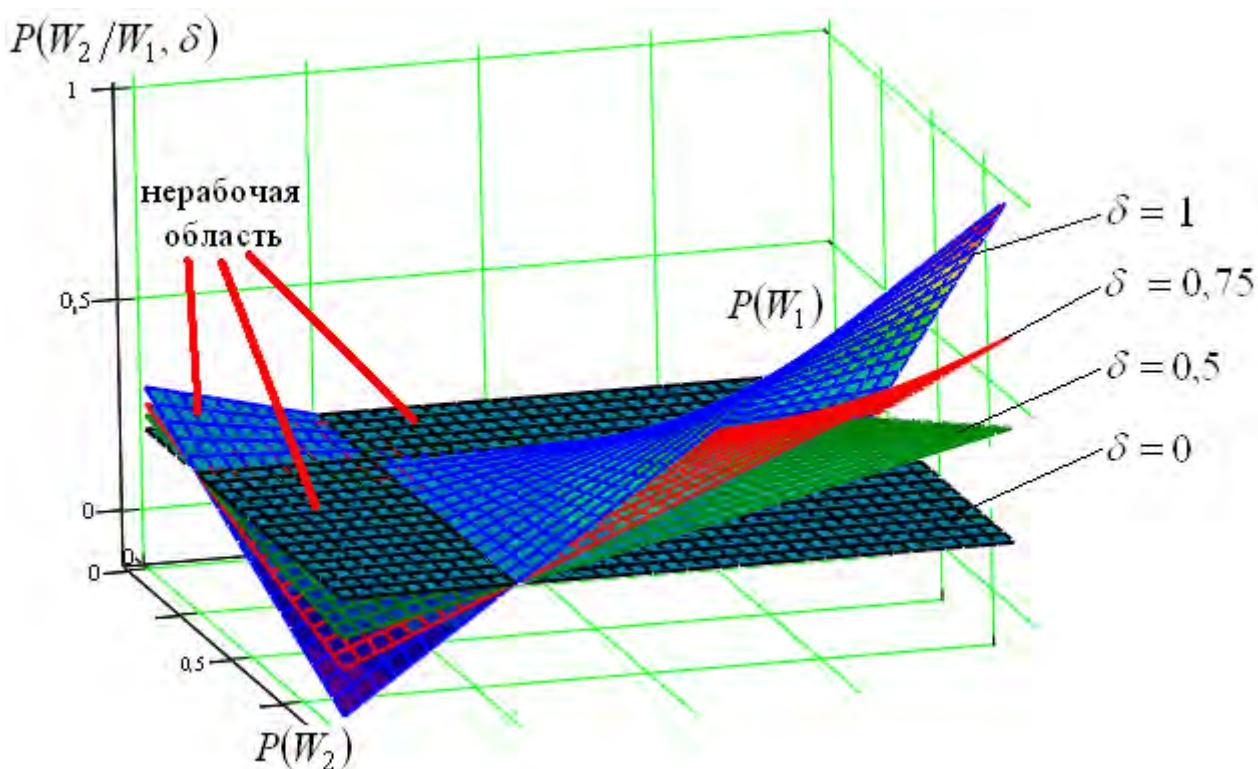


Рисунок 1 – Зависимость плотности вероятности показателя качества на  $i$ -ом этапе от качества выполнения ( $i-1$ )-го этапа

### Выводы

1. Функция плотности вероятности может быть найдена экспериментально с учетом особенностей изучения обучаемыми модуля АУР, сложности представленного материала, его «забываемости» и т.д.

2. Определив плотности вероятности  $P(W_i/W_{i-1}, \delta)$ , для каждого из этапов (для каждого учебного модуля), мы впоследствии сможем сформировать несколько «образов» траекторий АУР (для  $\delta = \delta'$ ,  $\delta = \delta''$ ,  $\delta = \delta'''$ , ...) с точки зрения сложности их изучения. Получив перед началом обучения путем, к примеру, входного контроля, плотность распределения  $P(W_0)$  и, используя ее как входную статистику, можно, задав необходимое (желаемое) значение  $P_{ЭКЗ}$ , определить требуемое значение интенсивности воздействия на обучаемых со стороны преподавателя, распределив, таким образом, бюджет времени последнего.

3. Представленные и получаемые впоследствии зависимости позволят оптимизировать коэффициент управляющего воздействия на каждом этапе обучения в зависимости от требуемого результирующего показателя и имеющихся возможностей педагога, состав и наполнение учебных модулей АУР и распределение бюджета учебной нагрузки преподавателя.

### Литература

1. Топольский Н.Г., Членов А.Н. Вероятностно-статистический подход к решению задач создания сложных систем безопасности объектов // Материалы XV НПК «Проблемы горения и тушения пожаров на рубеже веков». – М.: ВНИИПО МВД России, 1999. – С. 141-142.

2. Членов А.Н., Шакирова А.Ф. Эффективность системы поддержки принятия решений при проектировании тревожной сигнализации для сложных объектов // Технологии технологической безопасности. – №3 (37). – 2011. – С.1-6.

3. Кондратенок Е.В. Результаты адаптивного учебного ресурса // Системный анализ и прикладная информатика. – №4. – 2014. – С.72-76.