

УДК 519. 72

В.И. Сумин, Л.Д. Кузнецова, М.А. Лукин
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБУЧЕНИЯ МЕТОДОМ
ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

*Воронежский институт ФСИИ России
Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени
профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»*

В данной статье рассматривается процесс анализа уровня качества обучения в высшем учебном заведении. Эта проблема решалась на основе использования проблемно-ориентированных компонентов системы управления образовательными процессами высшего учебного заведения. Для формирования проблемно-ориентированных компонентов системы управления образовательными процессами высшего учебного заведения необходимо разработать модель и алгоритм процесса принятия управленческих решений в нем. Произведена формализация и типизация учебной информации, которая учитывает время и показатели оценки эффективности функционирования управления качеством обучения. Сформированы наборы и последовательность множества действий над информацией, которая используется в управлении качеством обучения. Время обработки элементов учебной информации в высшем учебном заведении, считается известным на основании того, что оно регламентируется нормативными документами. Оценка длительности шага принятия управленческих воздействий определяется на основе определенного множества процедур, которые в заданной последовательности обрабатывают учебную информацию высшего учебного заведения. Определены коэффициенты важности элементов обеспечивающей информации, которые позволяют обосновать формирование управленческого воздействия. Процедуры обеспечивающей информации выполняют функции: определение параметров для конкретной процедуры, выбор и упорядочивание отобранной информации, разработка математических моделей. Определена в общем виде математическая постановка задачи, позволяющая формализовать задачу оптимизации управленческого воздействия, которое используется в управлении качеством обучения с использованием метода линейного программирования.

Ключевые слова: проблемно-ориентированные компоненты, системы управления, управления качеством обучения, информационная модель, линейное целочисленное программирование, метод Лаулера-Белла.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Как выявили исследования, в настоящее время, наметилось снижение уровня качества обучения (УКО), поэтому требуется использовать эффективные меры, позволяющие достигнуть уровня современных требований к системе обучения в высшем учебном заведении (ВУЗ). На снижение общего УКО влияют как объективные, так и субъективные факторы. Эту проблему невозможно решить без разработки проблемно-ориентированных структур системы управления (СУ) образовательными

процессами ВУЗа в современных условиях. Для этого необходимо разработать модель и алгоритм процесса принятия управленческих решений (УР) в проблемно-ориентированной СУ образовательными процессами ВУЗа. Такой подход к разработке СУ требует формализовать и типизировать учебную информацию, что позволит более эффективно использовать инновационные методы обработки этой информации, с учетом времени и значимых показателей эффективности функционирования ВУЗа. Для ВУЗа необходимо определять параметры функционирования объекта управления, которые позволят учитывать динамику изменения этой системы, с использованием вероятностных рядов. Разработку информационной системы (ИС) целесообразно проводить, используя синтез программных модулей формируемой СУ УКО, позволяющий произвести распараллеливание процесса разработки этой системы на основе методов агрегативных систем.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Функционирование ВУЗа, как правило, происходит в условиях неполной информативности по следующим причинам: использование эвристических методов в СУ ВУЗа; присутствие случайных факторов, а также активных элементов; многие процессы протекают в ВУЗе не в соответствии с принятыми плановыми, организационными и регулируемыми решениями. Следовательно, процесс УКО носит итерационный, циклический характер [1,2,5].

СУ ВУЗа по результату контроля вынуждена при очередной итерации корректировки цикла управления лица принимающего решения (ЛПР) принимается решение о возврате к одному из предыдущих циклов управления, т.е. корректируются ранее принятые управляющие воздействия (УВ), корректируется план, осуществляется реорганизация структуры организации, принимаются новые УВ. Смежные фазы процесса управления ВУЗа имеют временной интервал, в котором осуществляется принятия УР[3]. Поэтому в дальнейшем необходимо осуществлять оптимизацию УКО только на этом шаге.

Основные виды циклов системы УКО в ВУЗе определены нормативными документами, и технологией управления этим процессом, в общем, определена и поэтому время реализации отдельных этапов и шагов принятия УР известна. Следовательно, считается, что временной интервал принятия УР для всех видов этапов УКО известной.

На каждом шаге принятия УР, осуществляется сбор информации для выработки соответствующего УВ и эту информацию, будем называть базовой информацией (БИ). Количество и состав БИ зависит от цели управления на каждом шаге функционирования ВУЗа, и, включает всю или необходимую часть обрабатываемой информации (ОИ).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Эффективность УКО естественно зависят от УВ, формируемые на шаге принятия УР. Следовательно, для разработки математической модели УКО требуется произвести анализ функционирования, на каждом шаге [1,5].

Обозначим $I = \{I_B, I_O\}$ информация, используемая для формирования УВ, где:

IB – БИ;

IO – ОИ.

БИ описывается в виде множества

$$I_B = \{I_{B_o}, I_{B_n}, I_{B_d}\}, \text{ где:}$$

I_{B_o} – информация, которая накапливается по значениям следующих параметров: успеваемость, посещаемость, рубежный и сессионный контроль успеваемости;

I_{B_n} – информация, которая учитывается на основе нормативных документов;

I_{B_d} – информация, которая является дополнительной и определяется ВУЗом.

ОИ можно представить в виде множества

$$I_O = \{I_{O_1}, I_{O_2}, \dots, I_{O_n}\}, \text{ где}$$

I_{O_n} – n-ый элемент ОИ;

$n = \overline{1, N}$ – количество элементов ОИ.

Обозначим $D = \{d_i\}$ – процедуры, производимые над БИ, которые определяют получение n-го элемента ОИ, где:

d_1 – определение параметров, необходимых для конкретной процедуры;

d_2 – выбор необходимой информации;

d_3 – упорядочивание отобранной информации;

d_4 – определение аналитических операций;

d_5 – разработка математических моделей;

d_6 – деловая графика.

Обозначим $U = \{u_i\}$ – совокупность УВ, которые будут воздействовать на объекты управления, где $i = \overline{1, n_I}$.

УВ U формируются ЛППР на базе анализа соответствующей I_O, I_{B_n} и профессионального опыта.

IO формируется следующим образом: $I_{O_n} = h_n(I_{B_o}, I_{B_d})$.

Функция h_n формируется из необходимого набора и нужной последовательности d_j элементов из множества действий $d_j \in D$ над I_{B_o}, I_{B_d} для получения I_{O_n} .

Следовательно, получение IO на основании I_{B_o}, I_{B_d} определяют множество функций:

$$H = \{h_1, h_2, \dots, h_N\}. \quad (1)$$

Каждый элемент множества h_n является отдельной математической схемой, которая разбивается на подсхемы h_{nk} . Подсхема h_{nk} выполняет к-ое определенное действие из набора действий D .

Математическую подсхему h_{nk} можно описать в виде множества действий, описывающих процесс функционирования этой подсхемы:

множества входных параметров $x_{nk}^i \in X_{nk}, i = \overline{1, I}$;

множества выходных параметров $y_{nk}^l \in Y_{nk}, l = \overline{1, L}$;

$d_{nk} \in D$ – соответствующее действие, которые осуществляются над входным параметром X_{nk} для формирования выходного параметра Y_{nk} .

Определим, времена обработки БИ. Основной объем IB состоит из элементов I_{B_o} , поэтому с определенной погрешностью можно оценивать время обработки этого элемента в виде выражения $T_B = f(V_B, \bar{t}_B)$, где:

V_B – объем собираемой информации I_{B_o} ;

\bar{t}_B – время обработки эталонного объема информации I_{B_o} .

Практические результаты показывают, что функция f практически линейна и имеет вид:

$$T_B = \frac{V_B}{\bar{V}_B} \bar{t}_B, \text{ где } \bar{V}_B - \text{эталонный объем информации } I_{B_o}.$$

Оценка времени формирования ОИ, оценивается по времени выполнения функции h_n , которая определяется набором действий D_n .

В зависимости значимости информации IOп некоторые действия из всего набора D могут не использоваться.

Обозначим:

$$a_{O_n}^i = \begin{cases} 1, \text{ если для } n\text{-го элемента } I_{O_n} \text{ необходимо выполнение} \\ i\text{-го действия;} \\ 0, \text{ если иначе.} \end{cases}$$

Для определения времени формирования n -го элемента IO необходимо вычислить время реализации этих действий. Определяемое время зависит от величины объема обрабатываемой БИ.

Обозначим:

V_{Bn}^i – объем БИ, при i -ом действии для формирования n -го элемента ОИ;

t_{On}^i – время необходимое для реализации i -го действия для вычисления n -го элемента ОИ;

t_{On}^{-i} – время необходимое для реализации i -го действия для вычисления n -го элемента ОИ для эталонного объема БИ.

Вся совокупность действий имеет различные временные величины и может носить различный характер:

фактически не зависит (например, d1);

имеет линейную зависимость (например, d2);

имеет линейную но не линейно зависит (например, d4).

Тогда $t_{On}^i = q_i(V_{Bn}^i, t_{On}^{-i})$.

Зависимость q_i может быть формализована различными методами.

Таким образом, время необходимое для реализации n -го

элемента ОИ можно вычислить как
$$T_{On} = \sum_{i=1}^6 a_{On}^i q_i(V_{Bn}^i, t_{On}^{-i})$$
.

Формирования любого нового элемента ОИ естественно повышает объективность принимаемого УР. Однако ограниченность временного интервала шага принятия УР может не помочь в получении всей совокупности элементов ОИ.

Обозначим:

$$x_n = \begin{cases} 1, & \text{если на шаге принятия решения получается } n\text{-ый элемент} \\ & \text{обеспечивающей информации;} \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$$

Исходя из этого время, формирования всей совокупности ОИ оценивается как $T_o(x) = \sum_{n=1}^N \left(x_n \sum_{i=1}^6 a_{On}^i q_i(V_{Bn}^i, t_{On}^{-i}) \right)$, где $X = (x_1, x_2, \dots, x_N)$.

Рассмотрим более подробно, как определяется время обработки ОИ. Чтобы решить эту проблему необходимо производить оценивание времени обработки каждого n -го элемента ОИ лицом принимающим решение (ЛПР), которое определяется величиной объема n -го элемента.

Обозначим:

V_{On} – объем информации n -го элемента ОИ;

tL_n – время обработки информации n -го элемента ОИ;

\bar{t}_{Ln} – время обработки n -го элемента ОИ для эталонного объема ОИ.

Для различных видов ОИ время ее обработки этой информации зависит от ее объема и может иметь различный алгоритм, в зависимости от детальности ее обработки:

- практически не зависит, т.е. процесс обработки информации полностью соответствует поставленной задаче;
- линейно зависит, т.е. процесс обработки информации частично соответствует поставленной задаче;
- не линейно зависит, т.е. процесс обработки информации осуществляется только для необходимой информации.

Тогда $t_{Ln} = g(V_{Ln}, \bar{t}_{Ln})$.

Кроме этого, требуется определить время принятия УВ, которое определяется в каждом конкретном случае ЛПР на основе профессиональных знаний, которое обозначим как t_R .

Общее время длительности шага принятия УВ определяется выражением:

$$T(x) = \frac{V_B}{V_B} \bar{t}_B + \sum_{n=1}^N \left(x_n \sum_{i=1}^6 a_{On}^i q_i(V_{Bn}^i, t_{On}^i) \right) + \sum_{n=1}^N g(V_{Ln}, \bar{t}_{Ln}) + t_R.$$

Оценим объективность принимаемого УВ.

Считаем, что принять эффективное УВ, необходимо задействовать большее количество элементов ОИ используются при формировании УВ. Надо подчеркнуть тот факт, что не все элементы ОИ в равной мере влияют на оптимальность принимаемого УВ.

Определим коэффициенты важности для принятия УВ элементов ОИ в виде множества $\Omega = (w_1, w_2, \dots, w_N)$.

Тогда объективность формируемого УВ определяется выражением:

$$O(X) = \sum_{n=1}^N w_n x_n.$$

Математическая постановка задачи, которая позволяет формализовать оптимизацию формируемого УВ для УКО примет вид [1, 2, 4]:

Найти

$$X = \arg \max O(X) \tag{2}$$

при определении ограничений

$$T(X) \leq \bar{T} \tag{3}$$

\bar{T} – допустимое время формирования УВ

$$x_n \in \{0,1\}, n = 1, N \tag{4}$$

Задача (2)–(4) это задач линейного целочисленного программирования. Коэффициенты в выражениях (2)–(4) положительны, что позволяет решать эту задачу методом Лаулера-Белла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Разработанная модель процесса принятия УР в проблемно-ориентированной СУ образовательными процессами ВУЗ, позволяет при разработке этой системы осуществить формализацию и типизацию информации, циркулирующую в ВУЗе, которая необходима для совершенствования методов обработки этой информации, а также производить учет показателей, как временных, так и количественных, а также осуществлять оценку эффективности функционирования УКО.

Определен алгоритм для этого процесса, который необходим для автоматизированного принятия УР, на основе целевого группирования объектов управления, что поможет учитывать значения характеристик объектов.

Разработан алгоритм синтеза программных модулей формируемой СУ УКО в ВУЗе, который позволяет осуществить распараллеливание процесса разработки этой системы на основе метода агрегативных систем с использованием метода А-схем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сумин В.И. Моделирование обучения с использованием временных рядов наблюдения: Монография / В.И. Сумин, Т.Е. Смоленцева // Воронеж: Научная книга, 2014. – 104 с.
2. Сумин В.И. Разработка информационной системы по формированию прогнозируемых параметров обучения / В.И. Сумин, О.В Исаев, М.В. Скулков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. –2018. – Том6, №2. –С. 101-120.
3. Sumin V.I. Modeling the objective function of a multistage organizational system / V.I. Sumin, T.E. Smolentceva, A.M. Korneev, L.S. Abdullah // Metallurgical and Mining Industry. –2016. –№ 1. –С. 14-30.
4. Сумин В.И. Программный комплекс анализа состояния обучаемого / Сумин В.И., Смоленцева Т.Е., Кузнецова Л.Д., Сидельников А.П. // Вестник Воронежского института ФСИИ России. –2013. –№2. –С. 92-94.
5. Сумин В.И. Структура качества обучения в учебных заведениях / Сумин В.И., Сумин А.И., Кузнецова Л.Д. // Проблемы информационного обеспечения деятельности правоохранительных

органов: Международная научно-практическая конференция. – Белгород: Белгородский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации им. И.Д. Путилина. –2017. – С 193-195.

V.I. Sumin, L.D. Kuznetsova, M.A. Lukin
**DEFINITION OF THE COEFFICIENTS OF THE
MATHEMATICAL MODEL OF QUALITY MANAGEMENT OF
TRAINING BY THE METHOD OF LINEAR PROGRAMMING.**

*Voronezh Institute of Russian Federal Penitentiary Service
The Military Educational and Scientific Center of the Air Force «The Air
Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»*

This article examines the process of analyzing the level of quality of education in a higher educational institution. This problem was solved on the basis of using problem-oriented components of the educational process management system of the higher educational institution. To form problem-oriented components of the educational process management system of a higher educational institution, it is necessary to develop a model and algorithm for the process of making managerial decisions in it. Formalization and typification of educational information is carried out, which takes into account the time and indicators of the evaluation of the effectiveness of the quality management of training. Formed sets and sequence of a set of actions on the information that is used in the management of the quality of training. The processing time of elements of educational information in a higher educational institution is considered known on the grounds that it is regulated by normative documents. An evaluation of the duration of the step of taking managerial influences is determined on the basis of a certain set of procedures that in a certain sequence process the educational information of a higher educational institution. The coefficients of importance of the elements of providing information that determine the formation of managerial influence are determined. The procedures for providing information perform functions: determining parameters for a particular procedure, selecting and arranging the selected information, developing mathematical models. A mathematical formulation of the problem is defined in a general form, which allows us to formalize the task of optimizing the management impact, which is used in the management of the quality of instruction using the linear programming method.

Keywords: problem-oriented components, management systems, training quality management, information model, linear integer programming, Lauer-Bell method.

REFERENCES

1. Sumin V.I. Modelirovanie obucheniya s ispolzovaniem vremennyh ryadov nablyudeniya: Monografiya / V.I. Sumin, T.E. Smolenceva // Voronezh: Nauchnaya kniga, 2014. – 104 p.
2. Sumin V.I. Razrabotka informacionnoj sistemy po formirovaniyu prognoziruemyh parametrov obucheniya / V.I. Sumin, O.V. Isaev, M.V. Skulkov // Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tehnologii. – 2018. – Vol.6, No.2. –pp. 101-120.
3. Sumin V.I. Modeling the objective function of a multistage organizational system / V.I. Sumin, T.E. Smolentceva, A.M. Korneev, L.S. Abdullah // Metallurgical and Mining Industry. –2016. –No. 1. –pp. 14-30.
4. Sumin V.I. Programmnyj kompleks analiza sostoyaniya obuchaemogo / Sumin V.I., Smolenceva T.E., Kuznecova L.D., Sidelnikov A.P. // Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii. –2013. –No.2. –pp. 92-94.
5. Sumin V.I. Struktura kachestva obucheniya v uchebnyh zavedeniyah / Sumin V.I., Sumin A.I., Kuznecova L.D. // Problemy informacionnogo obespecheniya deyatel'nosti pravoohranitel'nyh organov: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. –Belgorod: Belgorodskij yuridicheskij institut Ministerstva vnutrennih del Rossijskoj Federacii im. I.D. Putilina. –2017. –pp. 193-195.