References

1. Pinni, E. (1961). *Ordinary differential-difference equations* [*Obyknovennye differentsial'no-raznostnye uravneniya*]. Moscow: Publishing house of foreign literature.
2. Samarskiy, A.A., Nikolaev, E.S. (1978). *Methods for solving grid equations* [*Metody resheniya setochnykh uravneniy*]. Moscow: Nauka.
3. Sharkovskii, A.N., Maistrenko, Yu.L., Romanenko E.Y. (1986). *Difference equations and their applications* [*Raznostnye uravneniya i ikh prilozheniya*]. Kiev: Naukova Dumka.

УДК 004.942

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВУЗА

Дмитрий Анатольевич Таров
к.пед.н., доцент
tarov1970@rambler.ru
г. Елец
Инна Николаевна Тарова
к.пед.н., доцент
inesstarova@rambler.ru
г. Елец

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

Аннотация. Авторы предлагают обобщенную модель функционирования распределенной информационной образовательной системы, изложены особенности задач управления дистанционной учебной деятельностью. В основу концепции модели автоматизированного образовательного процесса авторами положено понятие идентификатора состояния обученности – как критерия, определяющего качество подготовки обучающегося, либо группы обучающихся, т.к. предлагаемый авторами критерий применим в обоих случаях. Дистанционная учебная деятельность, с точки зрения информационной системы ВУЗа, рассматривается как целенаправленный процесс изменения состояния абонентов информационной системы посредством специальных информационных воздействий на них. Управление трактуется как инструмент описания модели процесса дистанционного обучения. Указываются этапы, на которые разбиваются процессы управления. Под объектом управления подразумевается множество субъектов учебной деятельности, при этом субъектом учебной деятельности может быть как конкретный обучаемый, так и группу обучаемых. Преподаватели, в предлагаемой модели, выступают как управляющие устройства, осуществляющие реализацию алгоритма управления – обучение, и образующие собственное множество. Исходя из предлагаемой модели, авторы полагают, что эффективность обучения напрямую зависит от адекватности предлагаемых в статье моделей субъекта обучения, причем, в процессе обучения сама модель подвержена изменениям. С точки зрения авторов, задача оптимизации процесса учебной деятельности в своем условии содержит неопределенность, что диктует необходимость ввода в её условие случайных величин, принимающих значение 1 (знает) или 0 (не знает). Обосновывается и подробно описывается блок-схема управления процессом дистанционной учебной деятельности посредством информационной системы ВУЗа. В дальнейшем предполагается уточнение отдельных параметров предлагаемой модели, замена абстрактных математических формулировок конкретными алгоритмами и стандартными

процедурами автоматизации дистанционной учебной деятельности посредством информационной системы ВУЗа.

Ключевые слова: Функциональная модель, учебная деятельность, дистанционная учебная деятельность, схема управления процессом дистанционной учебной деятельности.

Одной из значимых функция информационной системы (ИС) ВУЗа является управление дистанционным обучением совокупности учащихся, реализованное посредством синхронной работы множества сетевых операционных систем.

Укажем важнейшие, на наш взгляд, особенности задач управления дистанционной учебной деятельностью:

- в нашем случае главная задача управления учебной деятельностью подразумевает выбор оптимального набора действий для достижения обучающимися конечной цели их учебной деятельности;
- постановка целей учебной деятельности, определение начального и конечного состояний качества подготовки обучающегося или группы обучающихся;
- степень интенсификации учебной деятельности, а именно, уменьшение её времени, обуславливает степень оптимизации образовательного процесса;
- организация образовательного процесса и контроль учебной деятельности обучающегося или группы обучающихся являются динамически связанными ветвями процесса управления образовательной деятельности;
- обучающийся в процессе учебной деятельности не только получает от преподавателей и усваивает знания, но и вырабатывает некоторое новое знание в процессе выполнения заданий, поиска ответов и разрешения проблемных ситуаций, т.е. проявляет активность управляемого субъекта.

Задача управления учебной деятельностью обучающегося или группы обучающихся как клиентов информационной среды ВУЗа, с формальной точки зрения, представляется как разделенный на последовательные этапы процесс достижения некоторого, заранее запланированного конечного состояния $P_{\text{кон}}$ посредством конечного набора заранее определенных действий D, позволяющих на некотором i-ом этапе перевести обучающегося или группу обучающихся из состояния P_i в состояние P_{i+1}, что позволяет определить задачу управления учебной деятельностью как приведение последовательности допустимых действий $D^* = \langle d_0^*, d_1^*, \dots \rangle$ и состояний $P^* = \langle P_0^*, P_1^*, \dots \rangle$ к оптимальному состоянию, позволяющему максимизировать тот или иной маркер качества образовательной системы (например, времени обучения) – $T(P^*) = minT(D_j, P_0, P_k)$, где P_0 – показатель начального объема знаний обучающегося, P_k– планируемый объем знаний обучающегося, D_j – последовательность допустимых образовательных действий, j – номер последовательности.

В основе концепции модели автоматизированного образовательного процесса лежит понятие *идентификатора состояния обученности* (ИСО) – как показателя качества и объема знания обучающегося или группы обучающихся.

Дистанционную учебную деятельность, с точки зрения ИС ВУЗа, будем рассматривать как целенаправленный процесс изменения состояния абонентов ИС посредством специальных информационных воздействий на них. Управление является инструментом описания модели процесса дистанционного обучения.

Каждый процесс управления включает совокупность этапов, а именно: 1) сбор и обработка информации, позволяющей оценить начальные условия; 2) выбор оптимальной стратегии; 3) реализация принятого решения.

Объект управления – это множество субъектов учебной деятельности S. Субъектом учебной деятельности в нашем случае является как отдельный обучающийся, так и группа обучающихся (при этом в качестве характеристических будем брать средние значения).

Педагогический коллектив осуществляет управляющую и образовательную функцию и образующую множество T.

Состояния обучающегося или группы обучающихся, выступающих в роли субъектов учебной деятельности, в свою очередь, образует конечное множество состояний P. Обучающиеся испытывают два вида внешних воздействий:

а) контролирующая X^2 и обучающая X^1 информация, образующие информационные воздействия $X \in D$ и являющиеся продуктом деятельности преподавателей T;

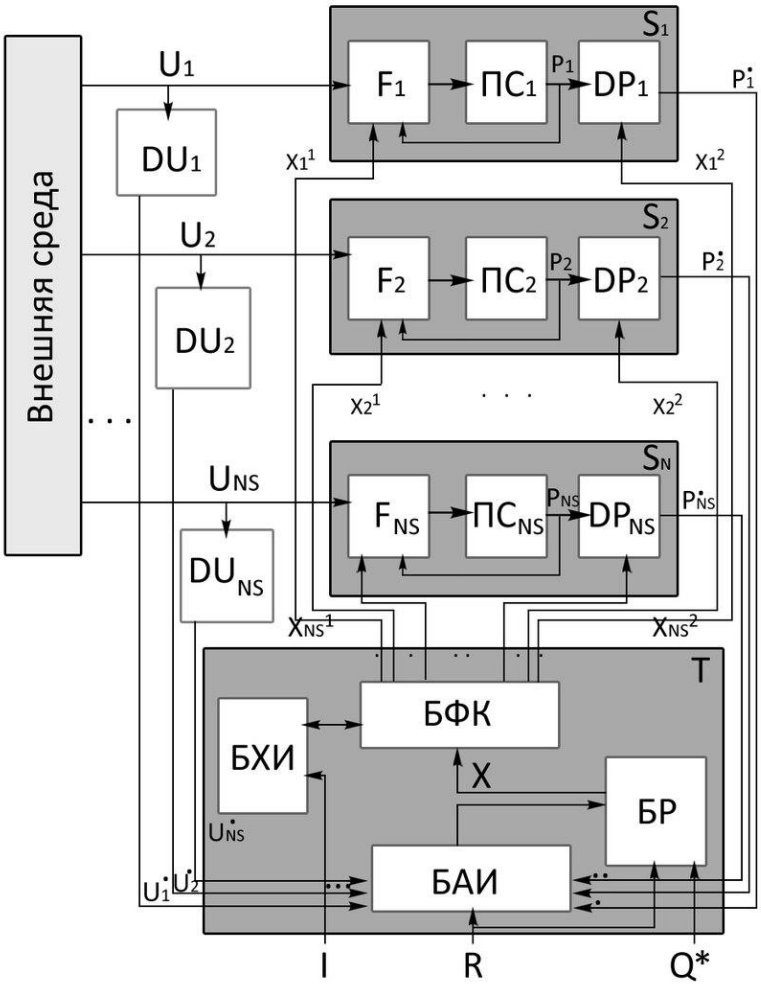
б) неучтенные влияния внешнего окружения U.

Контроль результатов учебной деятельности производится контролирующей подсистемой на основе оценки состояния объектов обучения и деятельность которой описывается следующей системой:

$$\begin{cases} P = \Phi^1(P_0, U, X), \\ V = \Phi^2(V_0, Z), \\ Z = \Phi^3(P, U), \\ X = \Phi^4(M), \end{cases} \tag{1}$$

Здесь P_0 и V_0 – начальный объем знаний субъекта обучения и состояние системы управления;
V – характеристика состояние системы управления;
Φ^i – функционалы, $(i = 1, 2, 3, 4)$.

Схема 1.
Схема управления процессом дистанционной учебной деятельности в ИС ВУЗа.



На схеме 1 субъекты обучения $S_1, S_2, \dots, S_{NS}$ представлены преобразователями $F_1, F_2, \dots, F_{NS}, DP_1, DP_2, \dots, DP_{NS}$ и элементами памяти состояний, содержащими возможные состояния системы – $\text{ПС}_1, \text{ПС}_2, \dots, \text{ПС}_{NS}$.

Исходя из состояния внешнего окружения U_i и в зависимости от обучающей порции X_i^1, преобразователи F_i производят переход к новому состоянию:

$$\begin{cases} P_1 = F_1(U_1, X_1^1), \\ \dots \\ P_{NS} = F_{NS}(U_{NS}, X_{NS}^1). \end{cases} \quad (2)$$

Ответы на воздействия из X_i^2 позволяют оценить состояние обучающихся к $(t+1)$-му этапу обучения и получить всю историю обучения P_i:

$$\begin{cases} P_1^* = DP_1(P_1, X_1^2), \\ \dots \\ P_{NS}^* = DP_{NS}(P_{NS}, X_{NS}^2), \end{cases} \quad (3)$$

где $DP_1, \dots, DP_{NS}$ – преобразователи действий совокупно с результирующими состояниями системы.

Обучающийся или группа обучающихся в нашей модели описываются следующим образом:

$$S_i = \langle F_i, \text{ПС}_i, DP_i \rangle \quad (4)$$

Если исходить из того, что функции F_i и ПС_i преобразуются соответствующим образом с памятью F_i^0, то обучающегося или группу обучающихся можно представить парой преобразователей – F_i^0 и DA_i, где *индивидуальные способности* обучающихся по получению и усвоению транслируемых ему знаний представлены оператором F_i^0, а возможности их *учебной деятельности* (включая навыки) оператором DA_i:

$$S_i = \langle F_i^0, DA_i \rangle \quad (5)$$

Монахов М.Ю., Звягин М.Ю. [1,2] трактуют P_i как множество p_i^t вероятностей знания субъектом учебной деятельности определенного объема информации на каждом конкретном этапе учебной деятельности (так называемый идентификатор состояния обученности [3]).

Результатом функционирования управляющего устройства (некоторого «обобщенного преподавателя» или набора педагогических процедур) является управление обучающимися $X = (X_1^1, X_2^1, \dots, X_{NS}^1, X_1^2, X_2^2, \dots, X_{NS}^2)$, которое, исходя из цели обучения Q_i^*, состоянии среды, в которой находятся обучающиеся U_i^*, состояния объектов информационной системы ВУЗа P_i^*и в соответствии с алгоритмом обучения φ_i из множества Φ предлагает контролирующие и обучающиеся воздействия на субъектов обучения:

$$\begin{cases} X_1 = \varphi_1(Q_1^*, R_1, U_1^*, P_1^*), \\ \dots \\ X_{NS} = \varphi_{NS}(Q_{NS}^*, R_{NS}, U_{NS}^*, P_{NS}^*). \end{cases} \quad (6)$$

Датчики DU_i позволяют контролировать состояние окружения субъектов образовательного процесса (как обучающихся, так и обучающих) и реализовывать преобразования:

$$\begin{cases} U_1^* = DU_1(U_1), \\ \dots \\ U_{NS}^* = DU_{NS}(U_{NS}). \end{cases} \quad (7)$$

Методика обучения, равно как и контролирующая и обучающая информация, объемы которой извлекаются из блока хранения информации (БХИ) определяются блоком решения преподавателя (БР) исходя из совокупности целей Q и согласно множеству алгоритмов

обучения Φ. БХИ наполнятся преподавателями учебной информацией I, которое, кроме X, содержит подмножество планов обучения, типовых меток Φ^m (на схеме связь БФК→БХИ).

БАИ – блок анализа информации предназначен для сравнения результатов обучения (состояния обучаемого) с эталонным значением и, при необходимости, оперативно рассчитать и произвести необходимые действия по коррекции образовательного процесса.

Блок формирования команд (БФК) служит для реализации совокупности команд обучающего устройства X^1 и X^2, фактически является системой исполнения подобно системам, управляющим инженерными объектами.

Проектируя и создавая информационную систему ВУЗа, принимают во внимание то, что обучающийся или группа обучающихся имеют некоторую собственную цель образовательной деятельности Q, трактуемую как некоторую вероятность усвоения обучающимися каждого из разделов преподаваемого курса не ниже граничной, позволяющей формально отделить знание от незнания [4]:

$$Q^*: p_i \geq p_{\text{пор}_i} \tag{8}$$

где $p_{\text{пор}_i}$ – пороговое значение вероятности знания i-ой темы.

Алгоритм учебной деятельности Φ призван максимально сократить количество этапов образовательной деятельности, требующихся для достижения цели обучения Q .

Степень соответствия модели (4) или (5) (зависит от обучаемого или группы обучаемых) реальности оказывает влияние на эффективность образовательного процесса. Кроме того, возможны изменения модели во время образовательного процесса, что вносит некоторую неопределенность и требует проведения систематических действий по адаптации модели к меняющимся условиям, исходя из поступающей от системы информации. Подобные систематические действия в свое время были подробно рассмотрены Растригиным Л.А., Ворониным В.А. и др. [4, 5].

При реализации нормативного подхода к управлению учебной деятельностью актуализируется поиск системы с минимальной стоимостью, т.е. требуется найти решение системы:

$$\begin{cases} \sum_i c_i\left(p_i^0, t_{\text{зат}_i}\right) \to min; \\ P_i(p_i^0, t_i) \geq p_{\text{пор}}; i = 1, 2, \dots, NS; \\ t_{\text{сум}_i} \leq t_{\text{доп}}, \end{cases} \tag{9}$$

где c_i – «приведенная стоимость» обучения i-го учащегося;
P_i – текущий уровень знаний учащегося;
$t_{\text{зат}_i}$ – время, затраченное на обучение i-го учащегося;
p_i^0 – начальный уровень знаний учащегося;
$p_{\text{пор}}$ – необходимый (пороговый) уровень знаний;
$t_{\text{сум}_i}$ – фактическое время обучения;
$t_{\text{доп}}$ – допустимое время обучения;
NS – число учащихся.

Актуальной представляется задача передачи максимума учебной информации при ограниченных ресурсах:

$$\begin{cases} \sum_i p_i\left(p_i^0, t_{\text{зат}_i}\right) \to max; \\ P_i(p_i^0, t_i) \geq p_{\text{пор}}; i = 1, 2, \dots, NS; \\ t_{\text{сум}_i} \leq t_{\text{доп}}; \\ \sum_i c_i\left(p_i^0, t_{\text{зат}_i}\right) \leq c_{\text{доп}}, \end{cases} \tag{10}$$

где c_i – стоимость обучения i-го учащегося; $c_{\text{доп}}$ – бюджет.

Все вышеприведенные системы содержат величину P_i, характеризующая степень обученности и до сих пор не имеющую точной меры. Таким образом, задача оптимизации процесса учебной деятельности в своем условии содержит неопределенность, что диктует необходимость в её условие ввода случайных величин, принимающих значение 1 (знает) или 0 (не знает).

В дальнейшем предстоит уточнить введенные выше элементы модели информационной системы ВУЗа, позволяющие преобразовать её абстрактные положения во вполне конкретные действия, процедуры и этапы автоматизации дистанционной учебной деятельности посредством информационной системы ВУЗа.

Список литературы

1. Монахов М.Ю. Модель процесса обучения в информационной образовательной сети // Компьютерные технологии обработки и анализа данных. Ташкент: АНРУз, 2000. С. 93–100.
2. Монахов М.Ю., Звягин М.Ю. К вопросу формирования индивидуальной стратегии обучения // Дистанционное обучение и новые технологии в образовании: Материалы региональной НМК. Владимир: Владимирский государственный университет, 2001. С. 96–98.
3. Монахов М.Ю., Звягин М.Ю. Второе поколение математических моделей обучения в информационной образовательной сети // Математика. Компьютер. Образование: тезисы доклада VIII Международной конференции. М., 2000. С. 235.
4. Растригин Л.А. Адаптивное обучение с моделью: концепция, алгоритмы, программная реализация и опыт внедрения // Информатика и компьютерная грамотность / под ред. Б.Н. Наумова. М.: Наука, 1988. С. 207–216.
5. Солдатов В.Н., Синицын Е.С., Воронин В.А. Построение формальной модели процесса автоматизированного обучения // Кибернетика и вуз. 1985. С. 65–73.

FUNCTIONAL MODEL OF THE UNIVERSITY INFORMATION SYSTEM

D.A. Tarov
Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
tarov1970@rambler.ru
Yelets
I.N. Tarova
Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
inesstarova@rambler.ru
Yelets

Bunin Yelets State University

Abstract. The article discusses a generalized model of the functioning of a distributed information educational system, describes the features of the tasks of managing distance learning activities. The authors put the concept of a model of an automated educational process into the concept of an identifier of the state of learning - as an indicator of the quality of subject preparation. Moreover, the subject of training can be understood, depending on the purpose of the study, and the study group and the individual student. Distance learning activities, from the point of view of the university's information system, are considered by the authors as a purposeful process of changing the status of subscribers of the information system through special informational impacts on them.

Management is treated as a tool for describing a model of the distance learning process. The stages into which the management processes are divided are indicated. By the object of management of the authors is meant many subjects of educational activity, while the subject of educational activity can be either a particular student or a group of students. Teachers, in the proposed model, act as control devices that implement the control algorithm - training, and form their own set. Based on the proposed model, the authors believe that the effectiveness of training directly depends on the adequacy of the models of the subject of training proposed in the article, and in the process of training the model itself is subject to changes. From the point of view of the authors, the task of optimizing the process of educational activity in its condition contains uncertainty, which dictates the need to enter in its condition random variables taking the value 1 (knows) or 0 (does not know). The authors substantiate and describe in detail the block diagram of the process of distance learning through the information system of the university. In the future, it is expected to refine individual parameters of the proposed model, replace abstract mathematical formulations with specific algorithms and standard procedures for automating distance learning activities through the information system of a university.

Keywords: Functional model, educational activity, distance educational activity, process control scheme of distance educational activity.

References

1. Monakhov, M.Yu. (2000). The model of the learning process in the educational network [*Model' processa obuchenija v informacionnoj obrazovatel'noj seti*]. *Computer technology for data processing and analysis.* Pp. 93–100. Tashkent, Uzbekistan.
2. Monahov, M.Ju., Zvjagin, M.Ju. (2001). On the formation of an individual learning strategy [*K voprosu formirovanija individual'noj strategii obuchenija*]. *Distance Learning and New Technologies in Education: Materials of a Regional Scientific and Methodological Conference*. Pp. 96–98. Vladimir : Vladimir State University.
3. Monahov, M.Ju., Zvjagin, M.Ju. (2000). The second generation of mathematical models of learning in the educational information network [*Vtoroe pokolenie matematicheskih modelej obuchenija v informacionnoj obrazovatel'noj seti*]. *Maths. A computer. Education: abstract of the VIII International Conference*. Pp. 235. Moscow.
4. Rastrigin, L.A. (1988). Adaptive learning with the model: concept, algorithms, software implementation and implementation experience [*Adaptivnoe obuchenie s model'ju: koncepcija, algoritmy, programmnaja realizacija i opyt vnedrenija*]. *Informatics and computer literacy / ed. B.N. Naumova*. Pp. 207–216. Moscow: Nauka.
5. Soldatov, V.N., Sinicyn, E.S., Voronin, V.A. (1985). Building a formal model of the automated learning process [*Postroenie formal'noj modeli processa avtomatizirovannogo obuchenija*]. *Cybernetics and university*. Pp. 65–73.