

A. Kabdirova, V. Kulikova

M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk,
Kazakhstan

E-mail: a.kabdirova@mail.ru

MODELING THE PROCESS OF THE EFFECTIVENESS OF ADVANCED TRAINING COURSES IN THE ASPECT OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT

Abstract. The article is devoted to the review of mathematical models of effective organization and quality control of professional training of specialists in advanced training programs. On the basis of the input and output parameters of the system, a model for the analysis of specialists' competence assessments is presented. The model can be adapted to the creation of an automated information system capable of simulating the actions of students.

Keywords: mathematical model, human capital, professional development, competence, learning efficiency.

УДК51-62

А.А. Кабдирова, В.П. Куликова

**Северо-Казахстанский государственный университет им. М.
Козыбаева, Петропавловск, Казахстан**

E-mail: a.kabdirova@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭФФЕКТИВНОСТИ КУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В АСПЕКТЕ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Аннотация. Статья посвящена обзору математических моделей эффективной организации и контроля качества профессиональной подготовки специалистов по программам повышения квалификации. На основе входных и выходных параметров системы представлена модель анализа оценок компетентности специалистов. Модель можно адаптировать к созданию автоматизированной информационной системы, способной имитировать действия обучающихся.

Ключевые слова: математическая модель, человеческий капитал, профессиональное развитие, компетентность, эффективность обучения.

1. Введение

Стремительно развивающиеся процессы Четвертой промышленной революции все более усиливают роль человеческого капитала на современном этапе мирового развития. Лауреаты Нобелевской премии Г. Беккер и Т. Шульц, в 1960-70-х годах выделили образовательную составляющую человеческого капитала, оказывающее мощное воздействие на развитие экономики. Ими обоснован тезис о том, что образование можно рассматривать как капитал, поскольку оно позволяет получить в будущем профессиональное удовлетворение на рынке труда и, соответственно, повысить доходы государства. При этом Т. Шульц относит к инвестициям в

человеческий капитал не только «прямые затраты на образование в средних и высших учебных заведениях, но и самообразование, повышение опыта на работе, а также капиталовложения в сферу образования, науки и здравоохранения» [1].

Дополнительное профессиональное образование, включающее в себя переподготовку и повышение квалификации специалистов, необходимо рассматривать как вектор развития человеческого капитала, а организации, реализующие образовательные услуги для взрослых - в качестве основных производителей кадров на рынке труда. Образовательная инициатива данного процесса, в первую очередь, направлена на повышение уровня профессиональной компетентности обучающихся согласно современным тенденциям и парадигмам развития экономики страны, качеств, необходимых и достаточных для участия в инновационной деятельности, саморазвитии, принятия управленческого решения.

По словам эксперта международного фонда ЮНЕСКО Лины Бенете, на сегодняшний день дополнительное профессиональное образование является важной частью образовательной политики многих стран ОЭСР и к 2050 году основная часть образовательных программ будет связана именно со взрослым населением [2].

Чтобы обеспечить опережающий характер развития дополнительного профессионального образования, необходимо постоянно отслеживать тенденции развития образовательных систем государства, анализировать образовательные запросы социума, исследовать данный процесс в экономическом контексте с ориентиром на качественное формирование профессиональных компетенций специалистов, прогнозировать востребованные в будущем знания, компетенции, технологии.

Результаты исследования Щедровицкого П.Г. показали, что повышение уровня профессионализма произойдет тогда, когда человек будет рефлексировать необходимые изменения своей собственной профессиональной деятельности в связи с трендами различных направлений развития человеческого капитала, в результате которых происходят радикальные изменения экономических, технических, социальных и прочих явлений [3].

По мнению Деркача А.А., высокий профессионализм человека не только яркое развитие способностей, но и глубокие и широкие знания в той области деятельности, в которой этот профессионализм проявляется, а также нестандартное владение умениями, которые необходимы для успешного выполнения этой деятельности [4].

Таким образом, задача перехода к непрерывному, в течение всей жизни, образованию, продиктованная темпами развития современной экономики, науки, информационных технологий, выдвигает проблему реорганизации и развития системы повышения квалификации и переподготовки специалистов в число первоочередных задач [5]. В первую очередь, необходимо провести структурно-системный анализ перспектив и реалий развития образования для

взрослых, математических моделей процесса переподготовки и повышения квалификации с точки зрения результативности качества образовательных программ, которые, на наш взгляд, содержат в себе определенные позитивные тенденции развития.

2. Методы

Об интегрированности, преемственности, вариативности непрерывного обучения, концептуальных основах системы переподготовки и повышения квалификации специалистов различных сфер рассматривается в трудах как отечественных, так и зарубежных ученых.

В исследовании вопроса об эффективности процесса обучения специалистов во время курсов повышения квалификации учеными - Вальковым А.М., Пашневым А.Н. построена модель самостоятельной работы обучаемых и модель обучения по образовательной программе[6].

Моделирование самостоятельной работы осуществлено на основе макроподхода, когда внутреннее строение системы не учитывается и наблюдается лишь движение основных потоков информации (входные параметры) и конечных функций системы управления (выходная информация).

Поставленная задача при макроподходе выглядит следующим образом:

1) на основе имеющейся статистики устанавливается зависимость между входом и выходом по каждому шагу процесса обучения с учетом использования ресурса управления, подчиненного некоторому общему ограничению (время прохождения всей темы или раздела);

2) если такие зависимости установлены, тогда осуществляется оптимизация учебного процесса в соответствии с поставленными целями.

Процесс обучения представляется математической моделью:

$$I_i = \Phi(I_{i-1}, T_i),$$

где I_i - выход на i -й стадии - зависит от I_1 начального состояния i -й стадии, а также от управляющего параметра T_i - времени, отводимого на прохождение i -й стадии.

Ограничением для времени является:

$$\sum_{i=1}^N T_i$$

Качество процесса при оптимизации по среднему значению характеризуется суммарным показателем:

$$I_i(I_0, T_1, T_2, \dots, T_N) = \sum_{i=1}^N \frac{I_i(I_{i-1}, T_i)}{T_i},$$

где $I_i = \Phi(I_{i-1}, T_i)$.

Ограничивающими условиями для T_i и I_i являются:

$$\sum_i T_i \leq T, a_i \leq I_i \leq b_i,$$

где величины a_i , b_i являются естественными ограничениями на выходе i -й стадии.

Основная идея разработанной модели - это оптимизация по времени, что влечет за собой наилучшее использование всех имеющихся возможностей управления учебным процессом.

В свою очередь, для описания процесса усвоения знаний и определения уровня обученности специалистов исследователями построена информационно-вероятностная модель.

Исходя из этих условий, обучаемый может быть описан как управляемая самообучающаяся система, осуществляющая прием, передачу, хранение и переработку усваиваемой информации. При этом под событием Q_j – это процесс решения проблемной ситуации, в результате которой обучающий усваивает A_j смысловую единицу знаний.

Составлена матрица для определения динамической функции обучения в виде выбора величин с соответствующими вероятностями:

$$M = \begin{pmatrix} A_1, A_2, \dots, A_j, A_{j+1}, \dots, A_k \\ P(A_1), P(A_2), \dots, P(A_j), P(A_{j+1}), \dots, P(A_k) \\ \Delta I(A_1), \Delta I(A_2), \dots, \Delta I(A_j), \Delta I(A_{j+1}), \dots, \Delta I(A_k) \end{pmatrix}.$$

Первая строка матрицы включает смысловые единицы на шагах $1, 2, \dots, j, \dots, k (A_j, j = \overline{1, k})$. Элементы второй строки – значения вероятности правильных действий при шагах $1, 2, \dots, j, \dots, k (P(A_j))$ при получении порций усваиваемой информации $\Delta I(A_j)$ на шагах $j (j = \overline{1, k})$ соответственно.

Динамика процесса обучения на i -м этапе усвоения знаний равна:

$$\sigma(A_j) = \frac{\Delta P_{j,j-1}(A)}{\Delta I(A_j)}.$$

По мнению авторов, знание $\Delta I(A_j)$ и $P(A_j)$, определение степени неопределенности процесса обучения (энтропия), возможности приема обучающимися определенного количества информации за единицу времени (пропускная способность канала связи) позволяет проводить общий анализ динамической функции $\sigma(A_j)$, а, следовательно, и самого процесса обучения [6].

Коршунов Г.И., Маркелова Н.В., используя методы «Логика антонимов», «Дельфи» (метод комиссий) разработали модель оценки качества подготовки специалистов контрактного производства электроники по программам повышения квалификации:

$$Q = \sum_{i=1}^n \varphi_i K_i.$$

При этом формулы для нахождения критериев выглядят следующим образом:

$$K_1 = \left\{ \begin{array}{l} T_{ijl} \\ P_{ij} = H(T_{ijl}) \\ M_i = H(P_{ij}) \\ L_{ik} = H(M_i) \\ PK_i = H(L_{ik}) \\ Z = H(PK_i) \end{array} \right\}$$

$$K'_2 = \begin{bmatrix} R_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ R_i \end{bmatrix}, \quad K_2 = f(K'_2), \quad K'_3 = \begin{bmatrix} D_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ D_j \end{bmatrix}, \quad K_3 = f(K'_3)$$

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \times g_i}{n} K_3 = \frac{\sum_{j=1}^m D_j \times \omega_j}{m},$$

где Q – обобщенный критерий качества подготовки специалистов, K1 – группа критериев оценки компетентности, K2 – группа критериев оценки содержания итоговой работы и K3 – группа критериев оценки защиты итоговой работы, φ_i – весовые коэффициенты групп критериев, которые удовлетворяют соотношению $\sum_{i=1}^n \varphi_i = 1$, g_i, ω_i – весовые коэффициенты i – экспертов [7].

Предложенная исследователями модель позволяет определить обобщенный критерий качества подготовки специалистов, а также проанализировать динамику усвоения учебного материала.

Курловым А.В. разработана модель подготовки и повышения квалификации кадрового обеспечения органов государственной власти. В основу модели положены математические методы теории графов, которые имитируют основные характеристики профессиональной деятельности специалиста, показывают взаимосвязь учебного материала с практической деятельностью и позволяют вырабатывать аргументированные предложения по совершенствованию содержания подготовки государственных служащих [8].

Развитие профессиональной компетентности условно можно представить в виде следующих векторов:

- 1) Вектор деятельных способностей (решение стандартных и нестандартных профессиональных задач, приращение профессиональных знаний);
- 2) Вектор инновационного потенциала (способность к восприятию новых тенденций и реализации их в профессиональной деятельности);
- 3) Вектор формирования профессиональной культуры (стиль общения, принципы социально ответственного поведения, ценностных приоритетов);
- 4) Вектор развития трудовой профессиональной мотивации (готовность к эффективному труду, обучению, личностному развитию)[9].

В свою очередь, использование методов математического моделирования позволяет разработать инструментарий для определения уровня усвоения и эффективности процесса обучения.

3. Результаты.

Сравнительный анализ моделей систем дополнительного профессионального образования показал, что в современном мире не существует единой системы переподготовки и повышения квалификации специалистов разной сферы. Каждая страна, реализуя данный процесс, в числе первоочередных задач ставит вопросы эффективности человеческих ресурсов и качественной организации обучения.

Рассмотренные модели организации и контроля качества профессиональной подготовки специалистов опираются на количественные и качественные показатели с использованием математических и статистических методов. Основная идея заключается в приближении (приведение в соответствие) динамической модели изучаемого (воспринимаемого) материала, формируемой в сознании обучаемого к статической модели, построенной на основе образовательных программ переподготовки и повышения квалификации. Подобный подход предполагает выявление входных и выходных параметров, определяющих структуру и качество функционирования учебного процесса.

С учетом вышеизложенного предложена математическая модель, доминирующей позицией которой является предметный контекст профессиональной деятельности.

Систему можно представить в следующем виде:

$$S = \langle M_a, M_b, P_0(M_a, M_b) \rangle,$$

где M_a - подмодель, определяющая поведение системы (принцип «черный ящик»);

M_b - это подмодель, определяющая структуру системы, при её внутреннем рассмотрении;

$P_0(M_a, M_b)$ - предикат целостности, определяющий назначение системы.

Подмодель M_a может быть представлена в виде:

$$M_a = \langle x, y, z, f, g \rangle,$$

где $x = x(t)$ – входной сигнал,

$y = y(t)$ – выходной сигнал,

$z = z(t)$ – переменная состояний подмодели,

f, g – уравнения системы, задающие текущие значения выходного сигнала $y(t)$ и внутреннего состояния $z(t)$.

$$\begin{aligned} y(t) &= g(z(t), x(t)), \\ z(t) &= f(z(t_0), x(\tau)), \text{ где } \tau \in [t_0, t]. \end{aligned}$$

Определение критериев и параметров модели можно рассматривать в следующих позициях:

- Приглашение (обращение) от n до N слушателей (специалистов).
- Образование групп в количестве от k до K человек.
- Различие групп по уровню подготовки от u до U .

- Деление содержания курсов на модули (этапы) в количестве от 1 до L.
- Длительность этапов курса в интервале от t до T.
- Привлечение тьюторов (тренеров) в количестве от m до M.

Предполагаемая система должна решить задачу оптимальной дозировки подачи материала для усвоения слушателем курсов (в зависимости от его уровня), целенаправленное или систематическое формирование общих и профессиональных компетенций. В ней могут быть заложены модели специалиста, например: «профессионал - А», «мастер – А-», «исследователь - В» и «новичок - С», а также базы данных и компетенций какой-либо профессиональной области [10].

Таким образом, учитывая современные тенденции развития человеческого капитала, предложенную модель можно адаптировать к созданию автоматизированной информационной системы, способной имитировать действия обучающихся при определении уровня усвоения предлагаемого материала, определять рентабельность курсов переподготовки и повышения квалификации с точки зрения экономического аспекта.

4. Обсуждение

Согласно взглядам представителей теории человеческого капитала (А. Смита, Г. Беккер, Дж. Минсер, Т. Шульц и др.), аккумулированные профессиональные компетенции специалистов являются особой формой капитала, приумножение которого одинаково целесообразно как для работника, так и в целом для организации. Одной из особенностей мотивационного потенциала, будут являться результаты накопленной профессиональной компетентности, которые отражаются на производительности труда и увеличивают финансовую прибыль всей организации. Такая тенденция к накоплению профессиональной компетентности со стороны персонала стимулирует в получении нового запаса знаний, навыков и мотиваций, для того чтобы его можно было эффективно применить [12].

Рассмотренный комплекс математических моделей выступает в качестве наглядно-выраженных и мысленно представляемых отправных систем образовательного действия: обучение, исследование, анализ и синтез. Сложность моделирования заключается в том, что человек сам является моделирующим объектом [13]. Потому при моделировании эффективности учебного процесса приходится оперировать с двумя моделями: статической и динамической. На основе базисных знаний обучение, таким образом, в формальном плане сводится к приближению динамической модели, создаваемой в мышлении обучаемого, к статической модели, находящейся в основе изучаемого материала.

С опорой на данные методы могут быть построены: концептуальные траектории обучения в образовательных программах, общие принципы разработки электронных образовательных ресурсов и шаблоны их интерфейсов требования к полноте и целостности образовательных ресурсов,

механизмы и инструменты оценки результативности курсов повышения квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Shultz T. Investment in Human Capital.- N.Y.; London, 1971 -P.26-28.
- [2] Альбекова А. Рынок неформального образования процветает в тени. – 2018. URL: <https://inbusiness.kz/ru/news/rynok-neformalnogo-obrazovaniya-procvetaet-v-teni>
- [3] Хафизова Н.Ю., Екимова Н.В., Быкова И.Б. Рост уровня профессионализма педагога посредством неформального повышения квалификации в условиях информационно-образовательной среды // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №5.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27076>
- [4] Меняев М.Ф., Кузьминов А.С. Методы оценки эффективности повышения квалификации кадров // Известия высших учебных заведений. – 2011. - №6. - С.58-65.
- [5] Arhipov A. I., Shackaja I. V. Professional'nyekadrydliamodernizacii ekonomiki: obrazovatel'ny aspect [Professional Staff to Modernize the Economy: the Educational Aspect]. Moscow, IERAS, 2012. 211 p.
- [6] Вальваков А.М., Пашнев А.М. Моделирование учебного процесса в системе повышения квалификации и переподготовки специалистов // Известия института инженерной физики. - 2009. - №4. - С.72-76.
- [7] Маркелова Н.В., Коршунов Г.И. Оценка качества подготовки специалистов контрактного производства электроники по программам повышения квалификации // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - №2; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12357>
- [8] Курлов А.В., Удахина И.С. Математическая модель подготовки специалистов инновационной области // Формирование электронной культуры в процессе непрерывного образования: проблемы и перспективы: сб. науч. трудов участников ежегодной международной междисциплинарной конференции. - 2016. - С. 169 - 172.
- [9] I.Korshunov, O.Gaponova Lifelong Learning in the Context of Economic Development and Government Effectiveness // Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow. 2017. No 4. P. 36–59.
- [10] Ключарев Г.А., Диденко Д.В., Латов Ю.В., Латова Н.В. Непрерывное образование – стимул человеческого развития и фактор социально-экономических неравенств / Под общей редакцией д.соц.н., к.э.н. Ю. В. Латова. М.: ЦСПиМ, 2014. – 433 с.
- [11] Можаяева Г.В. Об адаптации европейской модели качества образования CQAF для сферы ДПО // Дополнительное профессиональное образование в стране и мире. – 2014. - №1(1). – С.28-30.

[12] Ключарев Г.А., Шереги Ф.Э., Чурсина А.В. Об эффективности непрерывного образования в наукоемких производствах // Вестник института социологии. – 2016. - №4(19). – С.75-94.

[13] Pakes A., Ericson R. Empirical Implications of alternative models of firms dynamics. Journal of Economic Theory, 1998, no 79, pp. 1-45.

[14] Аюпов Р.Г. Развитие профессиональной компетентности как фактор повышения уровня мотивации персонала// Актуальные вопросы экономических наук: материалы II Международной научной конференции. – Уфа, РФ. - 2013. - С. 85-87. URL <https://moluch.ru/conf/econ/archive/76/3738/>

[15] Diebolt C., Hippel R. The long-run impact of human capital on innovation and economic development in the regions of Europe, Applied Economics. - 2018. - P.542-563 // <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1495820>

A. Kabdirova, V. Kulikova

Modeling the process of the effectiveness of advanced training courses in the aspect of human capital development

Abstract. The article is devoted to the review of mathematical models of effective organization and quality control of professional training of specialists in advanced training programs. On the basis of the input and output parameters of the system, a model for the analysis of specialists' competence assessments is presented. The model can be adapted to the creation of an automated information system capable of simulating the actions of students.

Keywords: mathematical model, human capital, professional development, competence, learning efficiency.

А.А. Кабдирова, В.П. Куликова

Адами

капиталды дамыту аспектілері бойынша мамандардың біліктілікті арттыру курстарының тиімділік үдерісін модельдеу

Аңдатпа. Мақала біліктілік арттыру бағдарламалары бойынша мамандарды кәсіби дайындау сапасын бақылау және тиімді ұйымдастырудың математикалық модельіне шолу жасауға арналған. Жүйенің кіріс және шығыс параметрлерінің негізінде мамандардың құзыреттілігін бағалауға арналған модель ұсынылған. Модельді студенттердің әрекеттерін модельдеуге қабілетті автоматтандырылған ақпараттық жүйесін құруға бейімдеуге болады.

Түйінді сөздер: математикалық модель, адами капитал, кәсіби даму, құзыреттілік, оқу тиімділігі.

А.А. Кабдирова, В.П. Куликова

Моделирование процесса эффективности курсов повышения квалификации специалистов в аспекте развития человеческого капитала

Аннотация. Статья посвящена обзору математических моделей эффективной организации и контроля качества профессиональной подготовки специалистов по программам повышения квалификации. На основе входных и выходных параметров системы представлена модель анализа оценок компетентности специалистов. Модель можно адаптировать к созданию автоматизированной информационной системы, способной имитировать действия обучающихся.

Ключевые слова: математическая модель, человеческий капитал, профессиональное развитие, компетентность, эффективность обучения.