

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

БОГАТЕНКОВ С.А.

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Аннотация. В статье описана математическая модель управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий на основе предложенных автором моделей компетентности специалистов в области применения информационных и коммуникационных технологий включающих, кроме их содержательных частей, требования к уровню образования, опыту работы и документам для допуска к работе с новыми информационными технологиями. Сгенерированная модель управления образовательными траекториями позволяет сформировать полный контур управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий на предприятиях и в организациях с целью ее обоснованного выбора. Важной составляющей модели является учет человеческого фактора, что выражается в активном влиянии управляемой системы на процесс управления. Применение модели управления образовательными траекториями на предприятиях и в образовательных организациях позволило минимизировать затраты для подготовки кадров к работе с новыми информационными технологиями.

Ключевые слова: математическая модель, образовательные траектории, компетенции, информационные технологии

Введение

Четвертая промышленная революция ведет к значительным изменениям, позволяющим общаться людям с машинами в кибернетических системах и глобальных сетях. Индустрия 4.0 позволяет собирать и анализировать большие данные, обеспечивая возможность быстро, эффективно и гибко создавать товары высокого качества с минимальными затратами [1]. К основным целям, которые заложены в программу развития цифровой экономики в России до 2024 года, относятся: обеспечение быстрого доступа в интернет для каждого россиянина, включая жителей удаленных населенных пунктов; замена вузовских дипломов и трудовых книжек на траектории развития, "умные города" и даже автоматизированная система принятия государственных решений [2].

Согласно утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р программе развития цифровой экономики, подготовку специалистов инженерных отраслей, как и систему образования в целом, пла-

нируется адаптировать к потребностям цифровой экономики. В общем профессиональном и дополнительном образовании для всех специальностей будут выработаны требования к сформированным базовым компетенциям цифровой экономики. Одновременно, учитывая компетенции в области цифровой экономики, будут изменены федеральные государственные образовательные стандарты для всех уровней образования, появится механизм индивидуальных профилей компетенций и траекторий их развития, где будут фиксироваться результаты образовательной и трудовой деятельности.

Персональные траектории помогут в решении задачи выявления талантов на ранней стадии в процессе обучения. По окончании учебных заведений персональные траектории будут передаваться в организации, в которых будет работать выпускник. В случае увольнения работника его персональная траектория будет передаваться следующему работодателю. У потенциальных работодателей, учебных заведений и других организаций будет

возможность с согласия гражданина и с соблюдением требований законодательства о персональных данных, получить доступ к его персональной траектории [3].

Экономическая целесообразность и привлекательность повышения качества жизни сопровождается рисками повышения нестабильности и возможного коллапса мировой системы. Ущерб в результате применения новых информационных технологий соизмерим с ежегодным ростом валового внутреннего продукта. Величина ущерба на 70% связана с человеческим фактором [4].

Вызывают опасения прогнозы изменения рынка труда. За 20 лет 47% рабочих мест современного мира будут автоматизированы, и миллионы рабочих останутся без работы [5]. Самые востребованные профессии в течение 10 лет теряют свою популярность, уступая новым специальностям. Так в последние годы юридические и экономические специальности стали гораздо менее актуальны, чем в прошлом десятилетии. Зато открылись совершенно новые вакансии, например SMM-менеджер и лайф-коуч [6].

Основу образовательных проектов для подготовки кадров к работе с новыми информационными технологиями составляют модели, использующие понятие компетентности в области применения информационных и коммуникационных технологий (ИКТ-компетентности).

ИКТ-компетентность может быть определена как:

1) комплексное понятие, которое отражает способ жизнедеятельности личности и включает в себя целенаправленное эффективное применение технических знаний и умений в реальной жизни (А.А. Кузнецов и Е.К. Хеннер);

2) новая грамотность, в состав которой входят умения активной самостоятельной обработки информации человеком, принятие принципиально новых решений в непредвиденных ситуациях с использованием технологических средств (А.Л. Семёнов) [7].

И.В. Роберт выделяет следующие состав-

ляющие понятия ИКТ-компетентности учителя:

1) преподавание учебного предмета с использованием средств информационных и коммуникационных технологий;

2) информационное взаимодействие между участниками учебно-воспитательного процесса в компьютерных сетях;

3) экспертная оценка учебных программных продуктов;

4) предотвращение негативных последствий использования средств информационных и коммуникационных технологий в образовательном процессе;

5) автоматизация управления учебным процессом [8].

Учитывая особенности профессионально-педагогического образования и исследования ученых в данной области, под ИКТ-компетентностью выпускника учреждения профессионально-педагогического образования будем понимать его мотивированное желание, готовность и способность эффективно использовать возможности информационных и коммуникационных технологий в условиях:

- уровневого профессионально-педагогического образования и включения в информационно-коммуникационную образовательную среду, отличающуюся наличием дистанционного обучения, электронного бизнеса, угроз безопасности;

- многопредметной и полифункциональной педагогической деятельности при обучении, воспитании и развитии квалифицированных рабочих кадров и специалистов в соответствии с профилем подготовки [9].

Каждый из исследователей принимает правильные решения, основываясь на своих моделях и понятиях. Однако, как показывает практика, совокупность таких правильных решений не дает в сумме положительного результата - система в общем и целом работает неэффективно. По мнению экспертов американского Института управления проектами (Project Management Institute – PMI), невосполнимые потери организаций по причине низкого качества управления проектами составляют на каждый миллиард долларов

США 109 млн. долл. США [10]. Примерно такая же картина наблюдается и с выполнением образовательных проектов для подготовки кадров к работе с новыми информационными технологиями. Поэтому проектное управление на практике реализует не более половины своих возможностей.

Такое положение дел обусловлено отсутствием системного подхода к моделям, методам и технологиям, обеспечивающим подготовку кадров к работе с ИТ в аспекте комплексной безопасности.

Во-первых, для каждой должности необходимо определить достаточную информацию для безопасного внедрения ИТ, включающую набор требований к уровню образования, опыту работы, ИКТ-компетентности и к необходимым документам для допуска к работе с ИТ.

Во-вторых, для обеспечения системного подхода к безопасному внедрению ИТ необходимо соблюдать требования к непрерывности и интегрированности образования, предполагающие последовательное прохождение всех уровней образования.

В-третьих, для формирования эффективных персональных траекторий развития для работы с новыми информационными технологиями необходимо сформировать множество их различных вариантов, отличающихся стоимостью и временными затратами.

В статье описана математическая модель управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий на основе предложенных автором моделей компетентности специалистов в области применения информационных и коммуникационных технологий включающих, кроме их содержательных частей, требования к уровню образования, опыту работы и документам для допуска к работе с новыми информационными технологиями.

Модели компетентности специалистов в области применения информационных и коммуникационных технологий

На основе анализа и обобщения опыта внедрения информационно-измерительных

систем, систем автоматизированного проектирования и дистанционных образовательных технологий для каждой должности сформирована инвариантная модель достаточной информации для безопасного внедрения ИТ, включающая набор требований к уровню образования, опыту работы, ИКТ-компетентности и к необходимым документам для допуска к работе с ИТ (таблица 1). Первые три столбца таблицы 1 являются общими для всех видов ИТ, а третий и четвертый столбец определяются на стадии адаптации к конкретному виду ИТ с учетом традиций предприятий и организаций. Пример адаптации модели к внедрению программных продуктов платформы 1С на Челябинском кузнечно-прессовом заводе приведен в таблице 2.

Математическая модель управления образовательными траекториями

Перспективным направлением для проектирования подготовки кадров к работе с новыми информационными технологиями является применение методов сетевого моделирования. Эти методы широко используются при планировании и управлении разработкой крупных народнохозяйственных комплексов, научными исследованиями, конструкторской и технологической подготовкой производства, освоения новых видов изделий, строительством и реконструкцией, капитальным ремонтом основных фондов. Сетевое моделирование основано на применении модели комплекса взаимосвязанных работ, направленных на достижение определенной цели [11].

Для обеспечения системного подхода к безопасному внедрению ИТ выполнены требования к непрерывности и интегрированности образования, предполагающие последовательное прохождение всех уровней образования, начиная с общего и заканчивая подготовкой кадров высшей квалификации (аспирантурой). В соответствии с системным подходом процесс подготовки кадров к работе с новыми ИТ моделируется гиперграфом, представляющим собой обобщение графа, в котором каждым ребром могут соединяться не только две вершины, но и любые подмножества вершин.

Инвариантные модели компетенций специалистов

№ п/п	Образование	Опыт работы, мес.	Документ для допуска к работе с ИТ	ИКТ-компетентность для безопасного применения ИТ
1	Среднее или среднее профессиональное	3	Д1	ИКТК1
2	Среднее или среднее профессиональное	6	Д2	ИКТК2
3	Среднее или среднее профессиональное	12	Д3	ИКТК3
4	Бакалавриат или специалитет	3	Д4	ИКТК4
5	Бакалавриат или специалитет	24	Д5	ИКТК5
6	Магистратура	3	Д6	ИКТК6
7	Магистратура	36	Д7	ИКТК7
8	Аспирантура	3	Д8	ИКТК8

Таблица 2

Вариативная часть моделей компетенций специалистов для работы с продуктами платформы 1С

№ п/п	Документ для допуска к работе с продуктами платформы 1С	ИКТ-компетентность для безопасного применения продуктов платформы 1С
1	1С: Профессионал	Оформление первичной документации, проведение приходных документов в 1С, работа с заявками на отгрузку в 1С, отчеты по складу, ведение реестров
2		
3	1С: Специалист	Консультации клиентов по использованию типовых продуктов 1С, выполнение небольших программ в 1С
4		
5	1С: Руководитель проекта	Разработка и модернизация ПО 1С в соответствии с ТЗ, разработка инструкций для тестирования ПО, создание технической документации, организация разработок ПО в среде 1С
6		
7	1С: Эксперт по технологическим вопросам	Руководство подразделением разработчиков 1С; управление контролем и планирование задач подразделения; мотивация персонала на достижение результата
8		

С математической точки зрения, гиперграф представляет собой пару (X, E) , где X – непустое множество объектов некоторой природы, называемых вершинами гиперграфа, а E – семейство непустых (необязательно различных) подмножеств множества X , называемых рёбрами гиперграфа. Гиперграф, моделирующий процесс подготовки кадров к работе с новыми ИТ представлен на рисунке 1. Вершины графа X_i соответствуют i -м моделям

компетенций специалистов (смотри таблицу 1). Дуги E_i объединяют модели компетенций специалистов, участвующих в подготовке на конкретном уровне: E_1 – среднее или среднее профессиональное образование; E_2 – бакалавриат или специалитет; E_3 – магистратура; E_4 – аспирантура. Системный подход к подготовке кадров обеспечивается связностью гиперграфа, так как существует путь между каждой парой дуг гиперграфа.

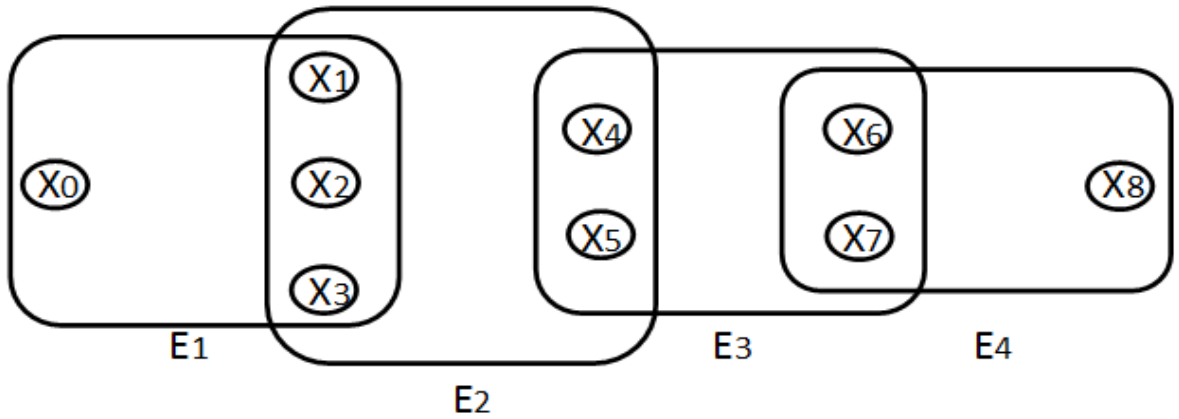


Рис. 1. Моделирование системного подхода к подготовке кадров с помощью гиперграфа

Для формирования эффективных персональных траекторий развития для работы с новыми информационными технологиями сформировано множество их различных вариантов, отличающихся стоимостными и временными затратами. В соответствии с требованием наличия многообразия вариантов процесс подготовки кадров к работе с новыми ИТ моделируется графом, представляющим собой пару (X, Y) . Вершины графа X_i соответ-

ствуют i -м моделям компетенций специалистов (смотри таблицу 1). Дуги Y_i объединяют модели компетенций специалистов одного или соседних уровней подготовки и показывают соответствующие значения стоимостных и временных затрат, необходимых для перехода на следующую должность. Граф, моделирующий многовариантный процесс подготовки кадров к работе с новыми ИТ, представлен на рисунке 2.

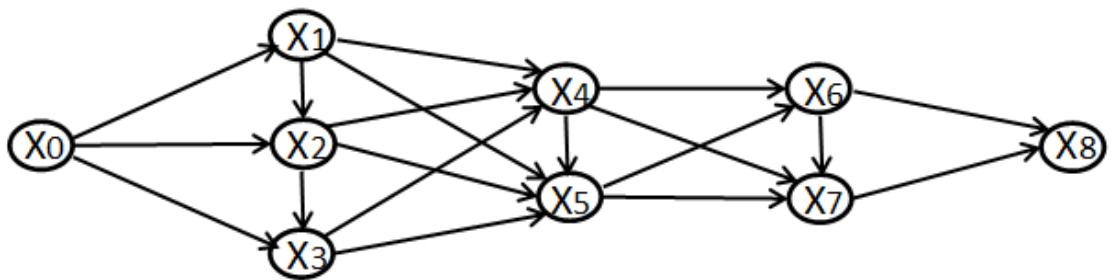


Рис. 2. Моделирование множества вариантов подготовки кадров с помощью графа

Большое число вариантов персональных траекторий развития дает возможность их планирования в оптимизационной постановке по критерию минимизации времени или стоимости. Для решения этих задач используются известные методы нахождения кратчайших путей на графе с заданными значениями дуг. Важной составляющей модели является учет

человеческого фактора, что выражается в активном влиянии управляемой системы на процесс управления.

Разработанный алгоритм и программа позволяет решать задачу сетевого планирования персональных траекторий развития по критериям минимизации временных и стои-

мостных затрат. Применение результатов исследования на предприятиях (Челябинская ТЭЦ-2, Челябинский кузнечно-прессовый завод) и в образовательных организациях (Южно-Уральский государственный университет, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Азербайджанский технический университет) привело к экономии затрат при подготовке персонала к работе с новыми информационными технологиями [12-14].

Заключение

Разработана математическая модель управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий.

Модель основана на предложенных автором моделях компетентности специалистов в области применения информационных и коммуникационных технологий включающих,

кроме их содержательных частей, требования к уровню образования, опыту работы и документам для допуска к работе с новыми информационными технологиями.

Сгенерированная модель управления образовательными траекториями позволяет сформировать полный контур управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий на предприятиях и в организациях с целью ее обоснованного выбора. Важной составляющей модели является учет человеческого фактора, что выражается в активном влиянии управляемой системы на процесс управления.

Применение модели управления образовательными траекториями на предприятиях и в образовательных организациях позволило минимизировать затраты для подготовки кадров к работе с новыми информационными технологиями.

Литература:

1. Kateryna Bondar. What is in reality Industry 4.0? [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://innovacima.com/en/2017/11/09/what-is-industry-4-0>
2. Круглов С. Умные люди, умные города: что надо знать о программе развития цифровой экономики [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://tass.ru/ekonomika/4306382>
3. Хамми И. Цифровая экономика: как будет меняться рынок труда с 2018 до 2025 годы [Электронный ресурс]. – Код доступа: http://neohr.ru/kadrovye-voprosy/article_post/tsifrovaya-ekonomika-kak-budet-menyatsya-rynok-truda-s-2018-po-2025-gody
4. Толмачев В.Д. О кадровом обеспечении современной энергетики // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2011. – №1. – С. 37–38.
5. Илья Хель. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция? [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html>
6. 10 востребованных профессий [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://www.proprof.ru/stati/careera/vybor-professii/statistika-i-reytingi/10-vostrebovannyh-professiy>
7. Зайцева, С.А. Методические основы формирования ИКТ-компетентности будущего учителя начальных классов // Высшее образование сегодня. – 2011. – №4. – С.42–44.
8. Роберт, И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогические и технологические аспекты). – 2-е изд., доп. – М.: ИИО РАО, 2008. – 274 с.
9. Гнатышина, Е.А. Информационная подготовка педагогов профессионального обучения в аспекте безопасности: монография / Е.А. Гнатышина, С.А. Богатенков, Е.В. Гнатышина, Н.В. Уварина. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 415 с.
10. Позняков В.В. Управление проектами и программами. - 2012. - № 3.- С. 27-28.
11. Гельруд, Я.Д. Управление проектами: методы, модели, системы: моногр. /Я.Д. Гельруд, О.В. Логиновский; под ред. докт. техн. наук, проф. А.Л. Шестакова – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 330 с.

12. Богатенков, С.А. Внедрение информационно-измерительных систем: планирование персональных траекторий развития // Энергобезопасность и энергосбережение – 2018. – № 1. – С. 58–60.

13. Богатенков, С.А. Компетентностно ориентированное управление подготовкой кадров в условиях электронного обучения / С.А. Богатенков, Е.А. Гнатышина, В.А. Белевитин. – Челябинск: Изд-во Южно-Уральского гос. гуманитарно-пед. ун-та, 2017. – 124 с.

14. Богатенков, С.А. Методология безопасного внедрения информационных технологий в социально-экономической системе профессиональной деятельности / С.А. Богатенков, Д.С. Богатенков // Журнал управление инвестициями и инновациями. – 2018. – №1. Стр. 17–29. DOI: 10.14529/iimj180102

Богатенков Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий в экономике, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; bogatenkovsa@susu.ru

Дата поступления 27 февраля 2018 г.

DOI: 10.14529/iimj180203

MATHEMATICAL MODEL OF MANAGEMENT OF EDUCATIONAL TRAJECTORIES FOR INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES

BOGATENKOV S.A.

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The article describes the mathematical model of managing educational trajectories for the introduction of information technologies based on the author's proposed competence models for the use of information and communication technologies, including, in addition to their content parts, requirements for the level of education, work experience and documents for admission to work with new information technologies. The generated model of management of educational trajectories allows forming a complete loop of management of educational trajectories for introduction of information technologies at the enterprises and in organizations with the purpose of its reasonable choice. An important component of the model is the consideration of the human factor, which is expressed in the active influence of the controlled system on the management process. The application of the management model of educational trajectories at enterprises and educational organizations allowed minimizing costs for training personnel to work with new information technologies.

Keywords: mathematical model, educational trajectories, competences, information technologies

References

1. Kateryna Bondar. What is in reality Industry 4.0? URL: <http://innovacima.com/en/2017/11/09/what-is-industry-4-0>
2. S. Kruglov. Smart people, smart cities: what you need to know about the digital economy development program URL: <http://tass.ru/ekonomika/4306382>
3. Hammy I. Digital economy: how the labor market will change from 2018 to 2025 // Neohr URL: http://neohr.ru/kadrovye-voprosy/article_post/tsifrovaya-ekonomika-kak-budet-menyatsya-rynok-truda-s-2018-po-2025-gody
4. V.D. Tolmachev “On the staffing of modern energy” in Energy-safety and energy-economy, 2011, No 1, pp. 37-38.
5. Ilya Hel. Industry 4.0: what is the fourth industrial revolution? URL: <https://hi-news.ru/business->

analitics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya.html

6. 10 popular professions URL: <http://www.proprof.ru/stati/careera/vybor-professii/statistika-i-reytingi/10-vostrebovannyh-professiy>

7. S.A. Zaytseva “Methodical bases of formation of ICT competence of the future teacher of primary classes” in Higher education today, 2011. No 4. pp. 42–44.

8. I.V. Robert “Theory and methodology of informatization of education (psychological, pedagogical and technological aspects)”. M.: IO RAO, 2008, 274 p.

9. Gnatyshina E.A., Bogatenkov S.A., Gnatyshina E.V., Uvarina N.V. Informatsionnaya podgotovka pedagogov professional'nogo obucheniya v aspekte bezopasnosti [Information Preparation of Teachers of Vocational Training in the Aspect Withoutrity]. Chelyabinsk, Chelyabinsk St. Ped. Univ.Publ., 2015, 415 p.

10. V.V. Poznyakov “Project management for top manager” [Upravleniye proyektami dlya top-menedzherov] in Project and Program Management, 2012, № 3.

11. Gelrud Ya.D., Loginovskiy O.V. Upravlenie proektami: metody, modeli, sistemy: monografiya [Project Management: Methods, Models, Systems: Monograph]. South Ural St. Univ. Publ. Center, 2015. 330 p.

12. Bogatenkov S.A. “Implementation of information and measuring systems: planning of personal development trajectories” in Energy-safety and energy-economy, 2018, No 1. pp. 58-60.

13. Bogatenkov S.A., Gnatyshina E.A., Belevitin V.A. Kompetentnostno oriyentirovannoye upravleniye podgo-tovkoy kadrov v usloviyakh elektronnoy obucheniya [Competent-oriented training management in e-learning environments]. Chelyabinsk, Chelyabinsk St. Ped. Univ.Publ., 2017, 124 p.

14. Bogatenkov S.A., Bogatenkov D.S. Methodology of safe implementation of information technologies in the socio-economic system of professional activity. Investment and innovation management journal. 2018. No 1. Pp. 17–29. DOI: 10.14529/iimj180102

Bogatenkov Sergey Aleksandrovich, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies in Economics, South Ural State University, Chelyabinsk; bogatenkovsa@susu.ru

Received 25 February 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Богатенков, С.А. Математическая модель управления образовательными траекториями для внедрения информационных технологий / С.А. Богатенков // *Журнал управление инвестициями и инновациями*. – 2018. – №2. – Стр. 17–24. DOI: 10.14529/iimj180203

FOR CITATION

Bogatenkov S.A. Mathematical Model of Management of Educational Trajectories for Introduction of Information Technologies. *Investment and innovation management journal*. – 2018. – No.2. – Pp. 17–24. DOI: 10.14529/iimj180203
