

THE CRITERIA OF ENTROPY-INFORMATION ANALYSIS OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN MASTER DEGREE OF TECHNICAL UNIVERSITY

Davidovsky A.G., Lapitskaya N.V., Lobkov I.A., Pishchova A.V. *

Belarusian State University Informatics and Radioelectronics,

**Belarusian State Pedagogical University named Maxim Tank*

Abstract. Entropy-information criteria for evaluating the effectiveness of the educational process are proposed. The expediency of improvement and optimization of educational process in magistracy in the conditions of magistracy of modern technical University is shown.

Key words: educational process, entropy-information analysis, monitoring, management.

УДК 378.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОПРОФИЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕХНИЧЕСКИМ УНИВЕРСИТЕТОМ 3.0

Давыдовский А.Г., Лапицкая Н.В., Лобков И.А., Пищова А.В. *

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,*

** Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка*

Аннотация. Представлены предварительные результаты математического моделирования многопрофильного исследовательского технического университета 3.0 как образовательно-научно-инновационного комплекса.

Ключевые слова: университет 3.0, образовательная система, математическое моделирование.

Одним из наиболее перспективных направлений развития системы высшего образования в мире признана модель «университета 3.0», которая связана с возникновением и ростом мультикампусных (многопрофильных) университетов, впервые возникших в США. В настоящее время университет 3.0 позиционируется как корпоративный субъект экономики знаний, осуществляющий образовательную, научно-исследовательскую, инновационную и коммерческую деятельность в условиях социально-экономической турбулентности и «информационного взрыва» с экспоненциальным ростом объема, семантической сложности и структурного разнообразия информационных потоков [1].

Цель работы – обоснование и анализ формально-математических моделей структурной и функциональной организации многопрофильного исследовательского технического университета (МИТУ) 3.0.

Математическое моделирование организации университета 3.0. Системный анализ динамики развития инноваций в сфере высшего технического образования в мире и Республике Беларусь позволяет сделать неоднозначные выводы о потенциальных направлениях деятельности МИТУ 3.0 в интересах перехода национальной экономики к VI технологическому укладу и устойчивому социально-экономическому развитию в условиях IV промышленной революции [2]. Вместе с тем, важнейшими характеристиками МИТУ 3.0 являются [3]:

- полифункциональность образовательной деятельности (МОД) университета 3.0, включая дифференциацию и диверсификацию образовательной подготовки студентов;
- консалтинговая деятельность и трансфер знаний (КДТЗ);
- коммерциализация инновационных технологий (КИД);
- многоуровневая система образования (МСО), включая бакалавриат, магистратуру, аспирантуру и докторантуру (в настоящее время один из трендов

Болонского образовательного пространства – интеграция аспирантуры в структуру университетов; на наш взгляд, целесообразно сохранить отечественную версию организации системы подготовки научных кадров высшей квалификации, включая аспирантуру и докторантуру, но интегрировать их в структуру 3.0);

– высокое качество образования (ВКО) бакалавров и магистров, а также научных кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), может быть индивидуально оптимизировано на основе индивидуального образовательного маршрута;

– индексные показатели относительного баланса контингентов обучающихся (БКО) на различных уровнях университета, в т.ч.: соотношение магистрантов к бакалаврам $\left(\frac{N_{\text{маг}}}{N_{\text{бак}}} \leq 0,8\right)$, аспирантов к магистрантам $\left(\frac{N_{\text{маг}}}{N_{\text{асп}}} \leq 0,125\right)$, докторантов к аспирантам $\left(\frac{N_{\text{док}}}{N_{\text{асп}}} \leq 0,125\right)$, которые обучаются в университете (причем важнейшее значение для устойчивого развития МИТУ 3.0 имеет оптимизация этих индексов);

– направления образовательной деятельности (НОД), соответствующих инновационным научным, технологическим и социально-гуманитарным направлениям для опережающего развития наиболее конкурентоспособных отраслей национальной экономики с учетом результатов системного прогнозирования мировых и национальных трендов социально-экономического и научно-технологического развития;

– интеграция потоков административно-управленческой информации (АУИ) на основе облачных технологий и Big Data [4].

Тогда структурно-функциональная организация МИТУ 3.0 как образовательной системы может быть представлена с помощью кортежной модели «восьмерка»:

$$\text{МИТУ 3.0} = \langle \text{МОД, КДТЗ, КИД, МСО, ВКО, БКО, НОД, АУИ} \rangle. \quad (1)$$

Многообразие структурных компонентов и функций обуславливает нарастание информационной энтропии в МИТУ 3.0 как в интегрированной образовательной системе. Подобный процесс дезорганизации управления университетом 3.0 может быть причиной значительного снижения эффективности деятельности и структурно-функциональной надежности такого университета вплоть до его полной дезинтеграции

Для описания эффективности образовательно-научно-инновационного комплекса (ОНИК) университета 3.0 целесообразно применить гамма-распределение плотности вероятности, которое при целочисленном значении k соответствует закону Эрланга. Согласно результатам анализа опыта функционирования передовых технических университетов, предложена математическая модель (2) образовательной эффективности МИТУ 3.0:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_{Li}}{dt} = -K_i(L + P_{Li})P_{Li}; \\ \frac{dP_{Mj}}{dt} = -K_j(L + P_{Mi})(M + P_{Mj})P_{Mj}; \\ \frac{dP_{Nq}}{dt} = -K_q(L + P_{Li})(M + P_{Mj})(N + P_{Nq})P_{Nq}; \\ P_L = \prod_{i=1}^L P_{Li}; \\ P_M = 1 - \prod_{j=1}^M (1 - P_{Mj}); \\ P_N = 1 - \prod_{q=1}^N (1 - P_{Nq}); \\ \frac{dP_{\text{МИТУ}}}{dt} = K_{\text{МИТУ}} P_{Li} \left(1 - (1 - P_{Mj})(1 - P_{Nq}) \right) P_{\text{МИТУ}}. \end{array} \right. \quad (2)$$

где P_{Li} – эффективность МИТУ 3.0 в зависимости от i -го компонента образовательной системы;

P_{M_j} – эффективность МИТУ 3.0 в зависимости от j -го компонента организационно-административной системы;

P_{N_q} – эффективность МИТУ 3.0 в зависимости от q -й академической и/или онлайн-сетевой группы (N_q);

L – количество метакомпетенций, социально-личностных и профессиональных компетенций выпускников;

M – количество компонентов организационно-административной системы;

N_q – количество локальных академических сообществ и/или онлайн-сетевых групп, которые характеризуются q участниками;

P_L – вероятность образовательной эффективности МИТУ 3.0 в зависимости от L метакомпетенций, социально-личностных и профессиональных компетенций выпускников;

P_M – вероятность образовательной эффективности МИТУ 3.0 в зависимости от M компонентов организационно-административной системы, в т.ч. функции, уровни, штаты и т.д.;

P_N – вероятность образовательной эффективности МИТУ 3.0 в зависимости от числа локальных академических сообществ и/или онлайн-сетевых групп;

$P_{\text{МИТУ}}$ – вероятность устойчивого функционирования МИТУ 3.0 как единой социотехнической системы;

$K_{\text{МИТУ}}, K_i, K_j, K_q$ – постоянные, которые задаются экспертным путем, а также на основе статистического анализа ранее достигнутых результатов.

В столь сложной и интегрированной социально-информационной системе как МИТУ 3.0 естественным образом будут накапливаться ошибки и нарастать процессы дезорганизации функций $(k-1)$ -компонентов университета 3.0 с интенсивностью λ на промежутке ΔT , что можно выразить законом Пуассона. Можно ввести параметр, равный среднему числу событий на промежутке времени и выразить как: $a = \lambda \Delta T$. Тогда вероятность дезорганизации образовательной функции $(k-1)$ -компонента университета (3):

$$P_{k-1} = \frac{(\lambda a \Delta T)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda \Delta T} \quad (3)$$

Вероятность, что образовательная функция k -й компонента структуры ОНИК университета 3.0 в течение периода ΔT будет подвергаться влиянию дезорганизующий явлений, можно оценить по экспоненциальному закону (4):

$$P_{\Delta T_k} = e^{-\lambda a \Delta T} \quad (4)$$

Тогда, согласно правилу разложения в ряд Маклорена, можно получить приближенное значение вероятности дезорганизации (4) управления ОНИК университета 3.0 при небольшом «горизонте прогнозирования» (5):

$$e^{-\lambda a \Delta T} = 1 + \frac{(-\lambda a \Delta T)}{1!} + \frac{(-\lambda a \Delta T)^2}{2!} + \frac{(-\lambda a \Delta T)^3}{3!} + \frac{(-\lambda a \Delta T)^4}{4!} + \dots = 1 - \lambda \Delta T \quad (5)$$

В этом случае вероятность дезорганизации управления МИТУ 3.0 как системы, имеющей четыре уровня функциональной иерархии (бакалавриат, магистратура, аспирантура и докторантура), может быть выражена как (6):

$$P_{\Delta T} = 1 - \exp(-\lambda \Delta T) \left(\frac{(\lambda \Delta T)}{1} + \frac{(\lambda \Delta T)^2}{2} + \frac{(\lambda \Delta T)^3}{6} + \frac{(\lambda \Delta T)^4}{24} \right) \quad (6)$$

Дальнейший анализ данной модели позволил выявить ряд особенностей МИТУ 3.0 как интегрированной образовательной системы.

Заключение. Очевидно, что развитие университета 3.0 в единый образовательно-научно-инновационный комплекс (ОНИК) возможно лишь на основе перехода к принципиально иной системе информационного управления, которая была бы

интегрирована со всеми его иерархическими уровнями, направлениями и функциями. Вместе с тем, практическая реализация ОНИК [2, 4, 5] требует:

- создания надежно функционирующей информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, включающей базы данных, распределенные по факультетам, кафедрам, направлениям подготовки будущих специалистов (специальностям) и специализациям, курсам и академическим группам, запросам электронных руководств по учебным дисциплинам;
- построения кластеров обработки потоков данных, связанных системой хранения и обработки данных;
- широкого внедрения алгоритмов и технологий визуализации данных, которые являются компонентом комплексного анализа и принятия решений в ИС ПАУР;
- применения электронных дидактических технологий, обеспечивающих повышение качества образовательного процесса, академической успеваемости студентов бакалавриата, магистратуры, а также слушателей аспирантуры и докторантуры на основе оптимизации индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся.

Список литературы

1. Карпов, А. Современный университет как драйвер экономического роста: модели и миссии / А. Карпов // Вопросы экономики. 2017. – № 3. – С. 58-76.
2. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К.Шваб. – М. : «Эксмо», 2016. – 278 с.
3. Ferguson, R. Learning analytics: drivers, developments and challenges / R.Ferguson // International Journal of Technology Enhanced Learning. – 2012. – 4(5/6). – С. 304–317.
4. Абламейко, С. В. «Облачные» технологии в образовании / С.В. Абламейко, Ю.И. Воротницкий, Н.И. Листопад // Электроника. – 2013. – № 9. С. 30–34.
5. Lammel, Ralf. Google's MapReduce Programming Model – Revisited. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://userpages.uni-koblenz.de/~laemmel/MapReduce/paper.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2018.

SIMULATIONS OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY

3.0

Davidovsky A.G., Lapitskaya N.V., Lobkov I.A., Pishchova A.V. *

Belarusian state University Informatics and Radioelectronics,

** Belarusian state pedagogical University name of Maxim Tank*

Abstract. The paper presents the preliminary results of formal mathematical modeling of multi-field research technical University 3.0 as an educational, scientific and innovative complex.

Key words: University 3.0, educational system, mathematical simulation.

УДК 372.862

БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Дайняк И.В., Киевец Н.Г.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Аннотация. Описывается блочно-модульный подход к организации учебных материалов по техническим дисциплинам, ориентированный для реализации в системах электронного обучения в учреждениях высшего образования. Подход предназначен для применения на дистанционной и на заочной формах обучения, а также в системах дополнительного и профессионального образования.

Ключевые слова: блочно-модульный подход, учебные материалы, технические дисциплины, система компьютерного обучения