

ОБОСНОВАНИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ИХ МОНИТОРИНГ

© 2015

С.Д. Сыротюк, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент организации», докторант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Ключевые слова: информационно-педагогическая система (ИПС); параметры качества функционирования; робастный подход; средства измерения показателей качества; мониторинг показателей качества.

Аннотация: Мониторинг контролируемых параметров позволяет лицам, являющимся владельцами процесса управления актуальностью информационно-педагогической системы, своевременно выявлять имеющиеся отклонения и выполнять корректирующие действия по снижению рисков качества функционирования. Во-первых, почему важна постоянная актуализация информационно-педагогической системы. Во-вторых, что понимается под информационно-педагогической системой и какие показатели качества могут ее характеризовать как результативную и эффективную. В статье раскрыт один из подходов образовательного менеджмента к качеству функционирования информационно-педагогической системы в самообучающихся организациях.

Информационно-педагогическая система рассматривается как сложная, иерархически связанная с различными информационными компонентами, причинно-следственными связями динамическая структура, взаимодействующая со множеством внутренних и внешних компонентов. Отметим, что ее основная смысловая нагрузка содержится в имеющемся контенте, который должен быть адаптирован под требования внешней среды. Поэтому актуализация содержания информационно-педагогической системы может отслеживаться только по реперным точкам, которые и должны подвергаться контролю и мониторингу. Отсюда следует вывод о необходимости оценки качества содержания для сложной динамической системы через выявление ее реперных точек и обоснования параметров их варьирования.

В статье предложено использовать робастный подход для выявления затраты на качество функционирования информационно-педагогической системы, введя понятие функции потерь качества. Этот подход включает в себя методы планирования эксперимента и является принципиально новым инструментом, позволяющим оценивать возможность повышения качества с одновременным снижением расходов на его обеспечение.

Введено понятие робастности применительно к педагогическим системам, описаны этапы проектирования информационно-педагогической системы и представлена модель робастного проектирования ее содержания.

Возможность управления качеством является сегодня актуальным направлением многих научных исследований, что обосновано проводимой политикой правительства РФ, направленной на улучшение экономической стабильности развития страны [1–7].

Принципы робастного проектирования с недавнего времени стали широко использоваться при проектировании требований к качеству сложных систем, в основном технических [8]. Однако педагогические системы также относятся к сложным системам, поэтому в статье рассмотрена возможность проектирования данного аппарата на динамику их развития.

Робастность применительно к педагогическим системам рассматривается автором как устойчивость деятельности самообучающейся организации на основе информационно-педагогической системы (ИПС) в заданный диапазон времени [9].

Проектирование параметров ИПС – это процесс установления номинальных значений параметров процесса обучения, которые снизят чувствительность ИПС к источникам отклонений (шумам). Проектирование параметров позволяет снизить неустойчивость функционирования посредством уменьшения влияния источников отклонений гораздо лучше, чем их контроль. Поэтому этот метод экономически весьма эффективен при улучшении содержания и структуры ИПС подготовки кадров для самообучающихся организаций [10].

Применение данного научного аппарата к проектированию информационно-педагогической системы необходимо начать с изучения потребностей заказчика

и условий конкретной организации, цель которой – развиваться до самообучающейся организации (рис. 1). Это особенно важно, так как самообучающаяся организация сама контролирует уровень необходимых знаний для своего дальнейшего развития.

Анализ рисунка показывает, что структура любой самообучающейся организации должна соответствовать основам образовательного менеджмента и включать основные функции управления: целеполагание, планирование, организацию (описание задач и ресурсов для их решения), контроль и мотивацию. Чтобы выполнять функцию контроля в модели (рис. 1), отражена необходимость задания критериев зоны устойчивости (в соответствии с принципом робастности) и диагностика попадания контролируемых параметров в допустимые пределы варьирования. Более подробно этот аспект раскрыт в совместной работе с Л.В. Глуховой [11], в которой определялись параметры качества содержания ИПС для внутрифирменного обучения и рассматривались особенности проектирования структуры.

Целенаправленное проектирование ИПС для формирования профессиональной готовности сотрудников к инновациям и трансферту собственных знаний в самообучающейся организации заключается в том, чтобы определить показатели, при которых обеспечивается достижение планируемых результатов. В этом случае целесообразно говорить о функциях потерь качества для ИПС при ее функционировании.

Функция потерь качества, в соответствии с выводами Ю.К. Черновой [12], это зависимость между отклонением



Рис. 1. Этапы проектирования ИПС

и идеальным значением параметра, выраженная в финансовых затратах потребителя при ликвидации возможных отказов. Используя эти выводы в дальнейшем для процесса проектирования, будем рассматривать функцию потерь качества как параметр эффективности функционирования сложной системы. В совместных работах с Л.В. Глухой [13; 14] показана необходимость проведения полного факторного эксперимента для оценки заданного уровня качества проектируемого содержания ИПС.

Для постановки задачи планирования эксперимента при построении математической модели требуется количественная формулировка цели, которая выражается в количественно определенном параметре оптимизации и называется функцией цели, критерием эффективности, критерием оптимальности. Достижение заданного качества подготовки кадров для самообучающейся организации является основной целью ИПС.

Для ИПС область определения представляет собой интервал на правой половине числовой оси. Основные требования к параметрам оптимизации ИПС следующие: 1) измеримость и отражаемость эффективности объекта исследования; 2) параметр должен быть коли-

чественным, однозначным и статистически значимым; 3) желательно чтобы параметр был простым, с понятным смыслом.

В качестве параметра оптимизации в педагогическом процессе обычно оценивается уровень сформированности каких-либо личностных свойств обучаемых.

После того как определены параметр оптимизации (u), цель ИПС, набор факторов $\{x_i\}$, определяющих совокупность состояний (v) объекта исследования, необходимо установить соответствие между набором значений факторов и значениями параметра оптимизации. Функция $u = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – это функция отклика.

Для выбора наилучшего режима функционирования ИПС необходимо формирование знания ядра информационно-педагогической системы (ИПС) самообучающейся организации.

Под знаниевым ядром (Y_3) в ИПС понимается [15] совокупность отличительных компетенций ($P_{отл}$) профессиональных компетенций ($P_{проф}$), социальных компетенций ($P_{соц}$) и специальных компетенций ($P_{спец}$).

$$Y_3 = \sum P_{отл} \cup \sum P_{проф} \cup \sum P_{соц} \cup \sum P_{спец}$$

Поэтому в качестве функции отклика нами была выбрана величина компетентности сотрудников (Y), определяемая с помощью тестов достижения:

$$Y = \frac{N_{fakt}}{N_{max}}, \quad 0 \leq Y \leq 1,$$

где N_{fakt} – фактическое количество баллов, набранное сотрудником, N_{max} – максимально возможное количество баллов.

Планирование эксперимента при внутрифирменном обучении кадров можно применять для обоснования показателей качества проектирования ИПС и ее функционирования. Пользуясь отношением сигнал/шум можно подбирать рациональные условия обучения сотрудников для получения планируемых результатов, что позволит в конечном результате задействовать механизмы управления качеством подготовки кадров для самообучающихся организаций.

Предлагаемая методика расчета параметров основана на том, что различные воздействия (процесс обучения, внешние условия) будут вызывать статистические отклонения, и наша задача – создать проект ИПС, толерантный статистическим отклонениям [16; 17].

Расчет допустимых отклонений – это процесс определения допустимых отклонений номинальных значений, определенных на этапе проектирования параметров. Расчет допусков включает в себя компромиссное решение, принимая которое сравнивают потери заказчика (потребителя) вследствие отклонения рабочих характеристик и потери из-за увеличения стоимости проекта.

Качество результатов в большей степени определяется проектом и технологиями обучения. Между проектными параметрами и показателями качества существует функциональная зависимость. Построим такую зависимость.

Одним из факторов при подготовке кадров обязательно должна быть их мотивация (M), т. к. не бывает немотивированной деятельности. Следующие контролируемые факторы – это качество учебной информации (K), скорость усвоения (V) и уровень интеграции (I) (фактор, характеризующий качество интеграции проектируемой ИПС). Данные факторы варьируются в следующих границах:

$$\begin{aligned} 0,5 < M < 0,9; \\ 0,5 < K < 0,7; \\ 0,5 < V < 1; \\ 0,1 < I < 0,3 \end{aligned}$$

Пределы варьирования определялись на основе анализа педагогических исследований [18] и экспертных оценок специалистов.

Для реализации трехступенчатого подхода (проектирование ИПС, проектирование параметров, расчет допустимых отклонений) математическая модель уровня компетентности будет иметь линейную зависимость от этих четырех факторов:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4, \quad (1)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 – коэффициенты регрессии.

Переход от реальных переменных к кодированным определяется соотношением:

$$x_i = \frac{x_{i0}^N - x_i^N}{J_i}, \quad (2)$$

где x_i – кодированное значение фактора;

x_{i0}^N – натуральное значение нулевого (среднего) уровня фактора;

x_i^N – натуральное текущее значение фактора;

J_i – численное значение интервала варьирования.

Кодирование представляет собой линейное преобразование координат факторного пространства – перенос начала координат в нулевую точку плана и выбор масштабов по осям в единицах интервалов варьирования. Отождествление верхнего уровня со знаком «+» и нижнего со знаком «-» приводит к стандартной форме матрицы планирования, использующей только знаки.

Таким образом, кодированные переменные имеют вид:

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{M - 0,7}{0,4} = 2,5M - 1,75 \\ x_2 &= \frac{K - 0,6}{0,2} = 5K - 3 \\ x_3 &= \frac{V - 0,75}{0,5} = 2V - 1,5 \\ x_4 &= \frac{I - 0,2}{0,2} = 5V - 1 \end{aligned} \quad (3)$$

Далее найдем коэффициенты регрессии:

$$b_i = \frac{\sum_{j=1}^n y_i x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2} = \frac{\sum_{j=1}^n y_i x_{ij}}{n}, \quad (4)$$

где y_i – значение параметра оптимизации в j -м опыте;

x_{ij} – значение i -го фактора в j -м опыте.

Так как факторы принимают только два значения – «+1» или «-1», то сумма квадратов значений данного фактора равна числу опытов n . Для вычисления некоторого коэффициента достаточно приписать знаки соответствующего столбца столбцу значений параметра оптимизации, произвести алгебраическое сложение и результат поделить на число опытов. Формула (4) есть оценка коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов при условии ортогональности матрицы планирования.

Полный факторный эксперимент для четырех факторов представлен в таблице 1.

Из таблицы 1 находим коэффициенты регрессии: $b_0 = 0,75; b_1 = 0,06; b_2 = 0,032; b_3 = 0,046; b_4 = 0,021$.

Таким образом, уравнение (1) примет вид:

$$Y = 0,75 + 0,06x_1 + 0,032x_2 + 0,046x_3 + 0,021x_4. \quad (5)$$

Опытная модель в кодированных переменных будет иметь следующий вид. Подставляя значения кодированных переменных (3) в уравнение (5), получим гипотетическую модель зависимости выходного параметра обученности от контролируемых факторов в виде (6):

$$Y = 0,459 + 0,15M + 0,16K + 0,092V + 0,105I. \quad (6)$$

Таблица 1. Полный факторный эксперимент для четырех факторов

Фактор Опыт	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	y
1	+	+	+	+	+	0,90
2	+	+	-	+	+	0,84
3	+	-	+	+	+	0,78
4	+	-	-	+	+	0,72
5	+	+	+	-	+	0,81
6	+	+	-	-	+	0,75
7	+	-	+	-	+	0,69
8	+	-	-	-	+	0,63
9	+	+	+	+	-	0,87
10	+	+	-	+	-	0,81
11	+	-	+	+	-	0,75
12	+	-	-	+	-	0,69
13	+	+	+	-	-	0,78
14	+	+	-	-	-	0,72
15	+	-	+	-	-	0,66
16	+	-	-	-	-	0,60

Таким образом, предложена методика оценки затрат на качество трансформации знания персонала, подробно раскрыта автором в [19], может трактоваться как оптимизация модели взаимодействия участников ИПС, описанная формулами (1)–(6). Также отметим, что описанные в статье подходы полностью соответствуют выводам о целесообразности применения методов управления качеством процессов, в том числе и педагогических, сделанных Д.В. Айдаровым [20].

Также отметим, что работа носит прикладной характер и может быть полезна всем, кого интересует минимизация затрат на качество образовательных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (3.3. Развитие образования). URL: smolin.ru/odv/reference-source/2008-03.htm.
2. РФ. Правительство. О государственной программе Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)»: распоряжение № 1815-р от 20.10.2010 г.
3. РФ. Президент. О долгосрочной государственной экономической политике: указ № 596 от 07.05.2012 г. URL: kremlin.ru/news/15232.
4. Федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2014–2020 годы. URL: government.ru/docs/2056.

5. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России» на 2014–2020 годы». URL: 2007.fcpir.ru/catalog.aspx?CatalogId=2498.
6. Государственная программа РФ «Развитие образования» на 2013–2020 годы. URL: минобрнауки.рф/.
7. РФ. Об образовании в Российской Федерации: федеральный закон № 273-ФЗ от 29.12.2012 (ред. от 31.12.2014, с изм. от 02.05.2015).
8. Глухова Л.В., Гудкова С.А., Сыротюк С.Д. Методология управления трансформацией организации в самообучающуюся систему. Воронеж: Воронежский гос. пед. ун-т, 2012. 148 с.
9. Сыротюк С.Д. Самообучающиеся организации как перспективная форма управления компетентностью персонала // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2012. № 2. С. 72–77.
10. Сыротюк С.Д. Проектирование ядра информационно-педагогической системы самообучающейся организации // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2014. № 3. С. 327–330.
11. Щипанов В.В. Проектирование качественного образования инженера. Тольятти: Развитие через образование, 1997. 50 с.
12. Чернова Ю.К., Щипанов В.В., Крылова С.А. Математическое моделирование образовательных процессов. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2005. 101 с.
13. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. М.: Металлургия, 1968. 155 с.
14. Глухова Л.В. Модель оценки качества информационно-педагогической системы для самообучающихся организаций // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2015. № 2. С. 52–59.
15. Семушкина С.Р. Обучающаяся организация в теории и на практике. URL: flm.su/_elements/magazine/view_full.
16. Сыротюк С.Д. Оценка эффективности мероприятий по обучению персонала в рамках внедрения системы менеджмента качества // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 1. С. 210–214.
17. Чернова Ю.К. Управление персоналом предприятия на основе внутрифирменного обучения. Тольятти: Касандра, 2012. 225 с.
18. Акофф Р. Системный анализ и образование // Вестник высшей школы. 1990. № 2. С. 50–54.
19. Сыротюк С.Д. Методика оценки затрат на трансформацию знания персонала в самообучающихся системах // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 1. С. 370–376.
20. Щипанов В.В., Айдаров Д.В. Процессный подход и целостность системы менеджмента качества // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 4-4. С. 795–801.

REFERENCES

1. The conception of long-term socio-economic development of the Russian Federation till 2020 (3.3. Development of Education). URL: smolin.ru/odv/reference-source/2008-03.htm.

2. RF Order of the Government "On the state programme of the Russian Federation «Informational society (years 2011–2020)»", of October 20, 2010 no. 1815-p. (In Russ.).
3. Executive Order on long-term state economic policy of May 7, 2012. URL: en.kremlin.ru/events/president/news/15232.
4. The federal targeted programme Scientific and Scientific-Pedagogical Human Resources of Innovation-Driven Russia for 2014–2020. URL: government.ru/en/docs/2056.
5. Federal special-purpose programme "Research and development in key areas of the Russian scientific and technological complex development for years 2014–2020". URL: 2007.fcpir.ru/catalog.aspx?CatalogId=2498.
6. State programme of the RF «Development of education» for years 2013–2020. URL: минобрнауки.рф.
7. RF Federal Law "On Education in Russian Federation" of December 29, 2012 no. 273-FZ (as amended by Federal Law of May 2, 2015). (In Russ.).
8. Glukhova L.V., Gudkova S.A., Syrotyuk S.D. *Metodologiya upravleniya transformatsiei organizatsii v samoobuchayushchuyusya sistemu* [Methodology of management transformation of the organization in self-learning system]. Voronezh, Voronezhsky gosudarstvenny pedagogichesky universitet Publ., 2012, 148 p.
9. Syrotyuk S.D. Learning organization as advanced form of competence of personnel. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Ekonomika i upravlenie*, 2012, no. 2, pp. 72–77.
10. Syrotyuk S.D. Designing of the information-educational system core of a learning organization. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 3, pp. 327–330.
11. Shchipanov V.V. *Proektirovanie kvalitativnogo obrazovaniya inzhenera* [Designing of engineer's qualitative education]. Tolyatti, Razvitie cherez obrazovanie Publ., 1997, 50 p.
12. Chernova Yu.K., Shchipanov V.V., Krylova S.A. *Matematicheskoe modelirovanie obrazovatelnykh protsessov* [Mathematical modeling of educational processes]. Tolyatti, TGU Publ., 2005, 101 p.
13. Adler Yu.P. *Vvedenie v planirovanie eksperimenta* [Introduction to experimental planning]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1968, 155 p.
14. Glukhova L.V. A model for assessing the quality of information and pedagogical system for self-learning organizations. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Pedagogika, Psikhologiya*, 2015, no. 2, pp. 52–59.
15. Semyshkina S.P. A learning organization in theory and practice. URL: flm.su/_elements/magazine/view_full.
16. Syrotyuk S.D. Evaluation of activities for teaching staff in the implementation of quality management system. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 1, pp. 210–214.
17. Chernova Yu.K. *Upravlenie personalom predpriyatiya na osnove vnutrifirmennogo obucheniya* [Personnel management of the enterprise based on corporate training]. Tolyatti, Kasandra Publ., 2012, 225 p.
18. Akoff R. System analysis and education. *Vestnik vysshey shkoly*, 1990, no. 2, pp. 50–54.
19. Syrotyuk S.D. Method of evaluation costs transformation of knowledge staff self-learning system. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 1, pp. 370–376.
20. Schipanov V.V., Aidarov D.V. The process approach and integrity of the quality management system. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2010, vol. 12, no. 4-4, pp. 795–801.

SUBSTANTIATION OF CONTROLLED PARAMETERS IN QUALITY OF INFORMATION-EDUCATIONAL SYSTEM AND MONITORING OF THEM

© 2015

S.D. Syrotyuk, PhD (Pedagogy), Associate Professor,
assistant professor of Chair "Management of Organization", doctoral candidate
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: information-educational system (IPS); performance parameters; a robust approach; quality indicators measuring; quality indicators monitoring.

Abstract: Monitoring of the controlled parameters allows the owner of the management process of the information-educational system currency to identify, in a timely manner, existing deviations and take corrective actions to reduce the risk in performance quality. Firstly, why constant updating of the information-educational system is so important? Secondly, what is meant by information-educational system, and what quality indicators can describe it as effective and efficient? The paper has revealed one of the educational management approaches to the performance quality of information-educational system in the self-learning organizations.

The information-educational system is viewed as a complex dynamic structure, hierarchically associated with various informational components and causal relationships, and interacting with a variety of internal and external components. Note that its main meaning is contained in the available content which should be adapted to the requirements of the environment. Therefore, updating of the information-educational system content can be monitored only through reference points which should be subject to control and monitoring. Hence we make the conclusion about the necessity to assess the quality of content for the complex dynamic system through identification of its reference points and substantiation of parameters of their variation.

The paper suggests using a robust approach to identify the cost of quality of the information-educational system performance by introducing the concept of quality loss function. This approach includes methods of planning the experiment and is a fundamentally new tool to assess the opportunity for improving quality while reducing the cost of its assurance.

The author has introduced the concept of robustness in relation to educational systems, describes the stages of designing information-educational system, and presents a model of robust design of its contents.