

Информационные технологии оптимизации цифровой среды в непрерывной подготовке ИТ-специалистов

Львович Я.Е.¹, Рындин Н.А.²

¹*office@vivt.vrn.ru*, ²*nikita.ryndin@gmail.com*

Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

В статье описаны оптимизационные модели и алгоритмы цифровой среды управления непрерывной подготовкой ИТ-специалистов на концептуальной основе многовариантной структуризации. Под развивающейся цифровой средой понимается многокомпонентная цифровизированная систем управления, поддерживающую управленческие действия в образовательной системе на двух уровнях: управляющего центра и объектов, каждый из которых интегрирован с компонентами цифровой среды. Определяются основные этапы оптимизации развивающейся цифровой среды управления подготовкой ИТ-специалистов и поддерживающие их информационные технологии.

Ключевые слова: многовариантная структуризация, цифровая среда управления, оптимизация ресурсного обеспечения, непрерывность подготовки.

Дальнейшее повышение эффективности принятия управленческих решений в образовательных системах за счет средств информатизации существенным образом зависит от возможностей и характеристик цифровой среды управления, объединяющей программные и аппаратные компоненты для решения определенного множества локальных задач управления. Такая среда является развивающейся, поскольку с одной стороны происходит снижение эффективности функционирования её компонентов ниже критического уровня и требуется их замена, а с другой – возникают новые задачи управления, требующие применения новых компонентов. При этом важнейшим требованием является сохранение непрерывности подготовки специалистов, в частности ИТ-специалистов.

Основной комплекс задач управления в образовательной системе связан с распределением управляющим центром ресурсного обеспечения на функционирование и развитие объектов, входящих в систему. В случае цифровизированной образовательной системы часть ресурсного обеспечения выделяется на функционирование и развитие цифровой среды управления по двум критериям:

- поддержание эффективности функционирования компонентов цифровой среды управления и увеличение длительности их жизненного цикла;
- развития за счет применения компонентов с функциональностью, соответствующей новым задачам управления, и замены компонентов, выработавших свой жизненный цикл.

Распределение этой части ресурсного обеспечения зависит от основных групп подходов к формированию цифровой среды управления в образовательных системах.

На основе классификации используемых представлений, среди современных практик разработки цифровой среды можно выделить следующие группы подходов [1]:

1. Архитектурные подходы, в основе которых лежит идея о важности хорошо проработанной, единообразной архитектуры с четким делением программного средства на подсистемы и компоненты.

2. Технологические подходы, связанные с исследованием современных подходов к написанию программного кода, включая различные парадигмы, языки и среды программирования и построении на их основе эффективного процесса производства ПО.

3. Организационно-ориентированные подходы, рассматривающие проблему построения цифрового средства с точки зрения организации наиболее эффективного процесса работы с пользовательскими требованиями.

Использование в современных методиках на приоритетной основе одной из групп вышеперечисленных подходов в случае применения их для построения развивающейся цифровой среды управления характеризуется следующими недостатками [2]:

4. Увеличение проектных рисков вследствие невозможности предсказать развитие средств с достаточной точностью и обеспечить необходимый комплекс мер, обеспечивающий их успешность.

5. Принципиальная невозможность оптимизации процесса создания цифровой среды в рамках одной парадигмы. Реально используемые методики обычно имеют в своем составе набор эмпирических правил, гарантирующих определенную вероятность успеха, но теоретически недостаточно изученных. В подобных случаях попытка реорганизации процесса интеграции цифровой среды управления в образовательных системах, как правило, ведет к формально успешному результату только в рамках принятой парадигмы, в то время, как с точки зрения удовлетворения информационных потребностей пользователей – к серьезному повышению вероятности неуспешного результата.

Для теоретического обоснования этих правил предлагается ориентироваться на следующие этапы оптимизации развивающейся цифровой среды управления.

A1. Оптимальный выбор перспективного множества реализаций компонентов.

A2. Оптимальная интеграция в организационное целое реализаций компонентов, входящих в перспективное множество.

Этап A2 включает в себя несколько внутренних этапов:

A2.1. Оптимальный выбор реализаций компонентов при их объединении;

A2.2. Оптимальная кластеризация компонентов по степени влияния на достижение показателя или эффективности организационной системы заданного уровня;

A2.3. Оптимальный выбор последовательности включения компонентов в организационное целое.

A3. Оптимальное распределение ресурсного обеспечения на функционирование и развитие цифровой среды управления.

Этап A3 включает в себя несколько внутренних этапов:

A3.1. Оптимальное распределение ресурсного обеспечения по временным интервалам функционирования цифровой среды управления.

A3.2. Оптимальное распределение ресурсного обеспечения по временным интервалам развития цифровой среды управления.

A3.3. Оптимальная синхронизация распределения ограниченного ресурсного обеспечения на эффективное функционирование и развитие цифровой среды управления.

Для принятия управленческих решений в рамках приведенной структурной схемы обосновано использование оптимизационного подхода на концептуальной основе многовариантной структуризации, представляющей собой процесс редуционного преобразования множеств альтернативных реализаций компонентов при выборе варианта их интеграции в организационное целое в соответствии с требованиями к показателям эффективности функционирования образовательной системы [3].

Компоненты цифровой среды управления характеризуются разнообразием альтернатив реализации:

$$dd_{rr}, rr = 1, RR; dd_{rrr} = rr_r = 1, RR, rr, ii = 1, II. \quad \text{---}$$

При интеграции S_g компонентов в организационное целое формируется вариант S_g , объединяющий конкретные реализации компонентов $w_g \in 1, G$.

Стадию функционирования варианта цифровой сферы управления S_1 свяжем с жизненным циклом, в течении которого сохраняется функциональность w_g -го компонента до достижения критического уровня, стадию развития – с расширением множества $w_g, g = 1, G$, путем включения в него компонентов $w_{g_1}, g_1 = 1, G_1$ для решения новых задач управления,

оказывающих влияние на достижение показателями $u_i, i = \overline{1, J}$ требуемого уровня u^0 . Дополнительно на стадии развития осуществляется замена компонентов из множества $w_g, g = \overline{1, G}$, достигнувших критического уровня функциональности.

Для оптимизации развивающейся цифровой среды управления в образовательных системах на этапах А1-А3 предложено использовать концептуальную основу многовариантной структуризации, включающую в себя ряд принципов: компонентной оптимизации; интеграционной оптимизации; кластерной систематизации; последовательностей оптимизации и ресурсно-распределенной оптимизации.

Поскольку принципы многовариантной структуризации основаны на процессе оптимального выбора из множества альтернативных реализаций компонентов, формализованное описание целесообразно построить с применением методов многовариантной оптимизации в следующей последовательности:

- введение альтернативных переменных задачи оптимизации;
- формирование оптимизационной модели;
- оценивание параметров и функций влияния альтернативных переменных на достижение заданного уровня показателей эффективности организационной системы;
- оценивание размерности задачи оптимизации.

В оптимизационных моделях данного вида используются альтернативные переменные двух типов:

- с одним индексом:

$$x_m = \begin{cases} 1, & \text{если } m\text{-я реализация компонента является} \\ & \text{перспективной для заданного уровня показателей} \\ & \text{эффективности организационной системы;} \\ 0, & \text{в противном случае } m = \overline{1, M}; \end{cases} \quad (1)$$

- с двумя индексами:

$$x_{mn} = \begin{cases} 1, & \text{если } m\text{-й компонент необходимо связать с } n\text{-м} \\ & \text{для достижения заданного уровня показателя;} \\ 0, & \text{в противном случае } m = \overline{1, M}, n = \overline{1, N}. \end{cases} \quad (2)$$

Значения показателей эффективности образовательной системы зависят от выбранных реализаций компонентов развивающейся цифровой среды и являются функциями альтернативных переменных (1), (2):

$$w_{jj} = f_{jj}, w_{jj} = f_{jj}(x_{mmmm}) \quad (3)$$

Требования управляющего центра состоит в увеличении их значений до уровня не менее, чем u_j^0 , то есть:

$$w_{jj} = f_{jj}(x_{mm}) \geq u_j^0, jj = \overline{1, J} \quad (4)$$

Кроме того, эксперты управляющего центра выделяют один или несколько наиболее значимых показателей, для которых требования (4) трансформируется в экстремальные с использованием следующей функции:

$$\psi_{j_1}(x_m) = \begin{cases} y_{j_1}^o - f_{j_1}, & \text{если } y_{j_1} \geq y_{j_1}^o, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (5)$$

где $j_1 = \overline{1, J_1} \in \overline{1, J}$, $\overline{1, J_1}$ – нумерационное множество показателей, к которым предъявляются экстремальные требования (5).

Наличие экстремальных и граничных требований приводит к задачам однокритериальной или многокритериальной оптимизации с ограничениями.

Влияние альтернативных переменных на выполнение условий (4) оценивается в нескольких формах:

– двоичной:

$$c_{mj} = \begin{cases} 1, & \text{если } m\text{-я реализация компонента способствует} \\ & \text{выполнению условия (4),} \\ 0, & \text{в противном случае, } m = \overline{1, M}, j = \overline{1, J}; \end{cases} \quad (6)$$

– ранговой:

$$a_{mmjj} = 1 - \frac{\rho_{mmjj}}{\rho_{mmjj}^{\max}}, \quad m = \overline{1, M}, j = \overline{1, J}, \quad (7)$$

где a_{mj} – коэффициент значимости j -й реализации компонента для выполнения условия (3),

$$0 \leq a_{mmjj} \leq 1, \quad \sum_{j=1}^J a_{mmjj} = 1.$$

$\rho_{mmjj} = 1, 2, \dots, \rho_{mmjj}, \dots, J$ – нумерационное множество ранговой упорядоченности по значимости j -й реализации компонента для выражения условия (3);

– функциональной (3).

Значения параметров (6), (7) определяются с использованием методов экспертного оценивания, а функциональные зависимости (3) – путем аналитических расчетов обработки статистических данных.

Для количественной оценки разнообразия в исходных и формализованных задачах используется величина энтропии. Тогда указанное условие запишется следующим образом:

$$H(BB) \geq H(AA), \quad (8)$$

где H – обозначение величины энтропии.

Показано, что величина $H(B)$ зависит от значений $w_g, g = \overline{1, G}$ и G , а величина $H(A)$ от значений M, N и N при известных $w_g, g = \overline{1, G}$ и G . Из соотношения (8) определяется размерность оптимизационных задач M, N .

При реализации принципа ресурснораспределенной оптимизации оптимальный выбор осуществляется по множествам значений ресурсов, распределенных по временным периодам:

– на стадии функционирования:

$$UU(tt), tt = 1, \overline{TT}, \sum_{tt=1}^{\overline{TT}} UU(tt) \leq \overline{VV}; \quad (9)$$

– на стадии развития:

$$UU^{pp}(tt_1), tt_1 = 1, \overline{TT_1}, \sum_{tt_1=1}^{\overline{TT_1}} UU^{pp}(tt_1) \leq \overline{VV^{pp}}. \quad (10)$$

В этом случае оптимизационная модель представляет собой семейство формализованных описаний задач оптимизации, связанных при распределении ресурсного обеспечения с временным ограничением (8), (9).

Оценивание влияния альтернативных множеств (9), (10) на достижения заданного уровня показателей эффективности образовательной системы осуществляется с использованием функций:

$$y_{jj} = f_{jj}(uu(tt)), jj = 1, \overline{JJ}, \overline{tt} = 1, \overline{TT}; \quad (11)$$

$$y_{jj} = f_{jj}(uu^{pp}(tt_1)), jj = 1, \overline{JJ}, \overline{tt_1} = 1, \overline{TT_1}. \quad (12)$$

Желаемые изменения функции (11), (12) задаются экспертным путем.

Предложенный подход к оптимизации цифровой среды используется при распределении объема материала и часов для изучения дисциплин при сквозной подготовке ИТ-специалистов в ВГТУ. В качестве управляющего центра используется данные из основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования по направлению «Информационные системы и технологии» для подготовки бакалавров, данные из ОПОП по подготовке магистров по этому направлению (профиль «Разработка Web-ориентированных информационных систем»), данные из программы аспирантской подготовки по специальностям «Математическое и программное обеспечение ЭВМ, комплексов и сетей». При этом решается задача оптимизации распределения ресурсов для получения выпускниками заданных навыков, компетенций и знаний по базовым дисциплинам подготовки: Web-ориентированное программирование, информационная безопасность и защита информации, моделирование графических объектов, сетевое программирование, стандартизация и унификация информационных технологий, администрирование операционных систем, администрирование серверов баз данных, проектирование интеллектуальных систем, инфокоммуникационные системы и сети, прикладное программирование, применение графических пакетов в ИС, теория информационных процессов и систем, архитектура информационных систем, проектная деятельность. Компетенции по данным дисциплинам приобретаются на протяжении всего непрерывного цикла обучения бакалавров, магистров и аспирантов. Решение задачи балансировки объемов выделенных по учебному плану часов между этими базовыми дисциплинами при ограничениях на общий объем часов в блоках, распределения и корректировки выделяемых ресурсов для прохождения практик, определение и распределение часов между дисциплинами по выбору, формируемое для каждого учебного года для решения задачи развития блоков под новые практические задачи профессиональной деятельности ИТ-специалистов.

Список литературы

[1] Кантор Марри. Управление программными проектами. Практическое руководство по

разработке успешного программного обеспечения: Пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс». 2002.- 176 с.

- [2] *Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж.* Унифицированный процесс разработки программного обеспечения.- Спб.: Питер, 2002.-496 с.
- [3] Оптимизация цифрового управления в организационных системах: коллективная монография / Я.Е.Львович, И.Я.Львович, О.Н.Чопоров и [др.]; под общ. ред. Я.Е.Львовича - Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2021. - 191 с.