

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА С ЭЛЕМЕНТАМИ ФОРМАЛЬНЫХ ПРАВИЛ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, М.А. Шилина, А.Р. Фахруллина

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Предложена формальная модель непрерывного совершенствования учебного процесса с учетом внешнего контура управления качеством предприятиями-работодателями и органами в сфере образования. Модель основана на применении процессного подхода, а также математических положений теории множеств и категорий. Модель построена на основе использования положений теории категорий и в соответствии с методологией BPMN (в форме интерактивных сценариев в ОПС), что позволило создать комплексную непротиворечивую модель бизнес-процессов, получить распределение ответственности за основные результаты деятельности. Предложено данную модель детализировать в виде процессных моделей в нотации BPMN, которые в дальнейшем реализуются в виде интерактивных сценариев в автоматизированных приложениях. В качестве примера приводится описание реализации типового бизнес-процесса в среде Moodle. В результате применения описанного сценария за счет автоматизации существенно сокращается время на проведение контрольных мероприятий и анализ их результатов.

*Ключевые слова:* образовательно-производственная среда, единое информационное пространство, информационная система, теория категорий, теория множеств, бизнес-процесс, PDCA, BPMN, Moodle.

### Введение

В соответствии с законодательством Российской Федерации [1] образовательные организации должны сформировать информационно-образовательную среду, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий, которая позволит обеспечивать взаимодействие всех участников образовательного процесса, включая работодателей. Активное участие предприятий-работодателей предусматривает прямое воздействие на учебный процесс и позволяет будущим выпускникам еще в процессе обучения находить работу по специальности благодаря системе стажировок и грантов. Университеты, в свою очередь, регулярно организуют и проводят курсы повышения квалификации, переподготовку сотрудников предприятий по востребованным направлениям.

С целью повышения эффективности взаимодействия предприятия и вуза в ходе реализации образовательного и иных бизнес-процессов, требуется создать между ними единое информационное пространство или образовательно-производственную среду (ОПС). Отдельные организационные аспекты решения этой задачи были рассмотрены в работе [6].

Формирование ОПС позволяет осуществлять непрерывное совершенствование учебного процесса на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) подготовки обучаемого за счет автоматизации информационной поддержки управления, как со стороны вуза, так и со стороны работодателей.

При этом существующие средства автоматизации учебно-методических процессов, включая платформы для дистанционного обучения (Blackboard, Moodle, Openmeetings и др.), представляют, прежде всего, инструментарий для создания интерактивных приложений типа Workflow. Для реализации таких приложений требуются референтные модели исследуемой предметной области, включая модели баз данных (БД) и баз знаний (БЗ), модели бизнес-процессов и т. п.

Однако для определения правил взаимодействия бизнес-процессов требуется наличие формальной модели, определяющей структуру единого информационного пространства, в нашем случае – ОПС.

Таким образом, целью работы является построение формальной модели ОПС для последующего создания автоматизированного контура ОПС.

### 1. Построение семантической модели совершенствования учебного процесса с учетом внешнего контура качества

Для управления и повышения качества бизнес-процессов стандартом ГОСТ Р ИСО 9001:2008 [3] рекомендовано применение цикла PDCA (Plan–Do–Check–Act), который иначе называют циклом Деминга (циклом Шухарта–Деминга).

Этапы, основанные на применении процессного подхода и цикла PDCA, для предметной области образовательного процесса можно представить следующим образом:

- Планирование (Plan) – на данном этапе определяются основные требования к процессу подготовки обучающихся как университетом, так и со стороны работодателей: разрабатываются основные профессиональные образовательные программы (ОПОП), учебные планы, компетентностные модели, проектируются фонды оценочных средств, планируется ресурсное обеспечение учебного процесса, включая перечень необходимых информационно-коммуникационных технологий и т. д.

- Выполнение (Do) – на данном этапе формируется нагрузка профессорско-преподавательского состава, в качестве совместителей привлекаются специалисты предприятий, формируются списки рецензентов и руководителей практик, выпускных квалификационных работ, составов государственных аттестационных комиссий и др. В соответствии с графиком обучения и согласованным расписанием проводятся учебные занятия, в том числе и на материально-технической базе предприятия.

- Проверка (Check) – на данном этапе проводится итоговая аттестация обучающихся и защита ВКР вузом совместно со специалистами предприятия.

- Действие (Act) – на данном этапе производится оценка соответствия результатов обучения требованиям государства и работодателей. На основе результатов проведенного анализа вносятся коррективы в документацию, регламентирующую учебный процесс: ОПОП, учебные планы, программы практик, программы итоговой государственной аттестации, фонды оценочных средств, рабочие программы дисциплин и т. д.

В работе [5] описана семантическая модель непрерывного совершенствования учебного процесса на уровне выпускающей кафедры, отражающая реализацию типовых учебно-методических процессов в едином информационном пространстве. Данная модель позволяет формально описать структуру этого пространства в терминах объектов и их характеристик, а также при помощи функций показать правила взаимодействия бизнес-процессов. Все функции, введенные в данную модель, реализуются в виде конкретных сценариев в интерактивном режиме.

Однако предложенная в работе [5] модель в недостаточной степени учитывает так называемый внешний контур качества образовательного процесса в части взаимодействия вуза с предприятиями-работодателями.

Исправим указанные недостатки.

Введем следующие обозначения:

$\Phi(St)$  – функция, характеризующая уровень знаний, умений и владений обучаемого  $St$  ;

$R$  – множество целей учебного процесса, зафиксированных в соответствующих регламентирующих документах (ОПОП, учебных планах, программах практик и итоговой аттестации, рабочих программах и др.):  $R = \{r_1, \dots, r_d\}$  ;

$Z(R)$  – функция получения регламентирующей документации (учебных планов, программ практик, рабочих программ дисциплин, фондов оценочных средств и др.) на основе множества целей;

$Y(R)$  – функция стандартизации полученного опыта, на основе которого может быть сформировано множество уточненных целей;

$F = \{f_1, \dots, f_{i_1}\} \in Q$  – функция, описывающая требования к уровню знаний, умений, владений (ЗУВ) у обучаемых со стороны государства;

$\Psi = \{\psi_1, \dots, \psi_{i_2}\} \in M$  – функция, описывающая требования к уровню ЗУВ обучаемых со стороны предприятий-работодателей;

$H = \{h_1, \dots, h_{i_3}\} \in M$  – функция, описывающая требования учебного управления вуза к уровню ЗУВ обучаемых по направлениям подготовки);

$M$  – множество требований работодателей к специалисту;

$Q$  – множество (совокупность) знаний, умений, владений, удовлетворяющих требованиям государства, т. е. эталонная модель обучаемого.

Отметим, что в идеальном случае  $H = F \cup \Psi$ , но в реальной ситуации происходит корректировка требований вуза под изменяющиеся требования работодателей, поэтому в некоторые моменты времени это соотношение может не выполняться.

Из множества требований работодателей к специалисту  $M$  можем выделить подмножество  $V = \{V_1, \dots, V_m\}$ , которое используется в основных критериях оценок и удовлетворяет непротиворечивости вышестоящим функциям.

Аналогично, из множества  $Q$  можем также выделить подмножество  $X = \{X_1, \dots, X_n\}$ , которое используется в основных критериях оценок учебным управлением университета, и подмножество  $L = \{L_1, \dots, L_k\}$ , которое используется в основных критериях оценок органами в сфере образования РФ. Можем ввести следующие обозначения:

$GC_u(X)$  – подмножество критериев оценки качества знаний, умений, владений на стадиях ЖЦ подготовки обучаемого с точки зрения учебного управления университета;

$GC_r(V)$  – подмножество критериев оценки качества знаний, умений, владений на стадиях ЖЦ подготовки обучаемого с точки зрения предприятия-работодателя;

$GC_{ra}(L)$  – подмножество критериев оценки качества знаний, умений, владений на стадиях ЖЦ подготовки обучаемого с точки зрения органов в сфере образования.

На рис. 1 приведено графическое представление модели совершенствования учебного процесса с учетом внешнего контура качества. Следовательно,  $\Phi(St) \geq \Psi$  – критерий соответствия знаний, умений, владений обучаемого требованиям работодателей. В процессе планирования учебного процесса появляются документы, которые и определяют проведение процесса подготовки обучаемых, учитывая требования предприятия-работодателя к будущему выпускнику.

На данном этапе определяется порядок и график проведения учебных занятий на базе промышленного предприятия, необходимое оборудование, информационные технологии и другие документы представлены в виде  $Z(R)$ . Последующий этап – процесс обучения – регламентирован документами, сформированными на предыдущем этапе. В процессе обучения имеющиеся у объекта  $St$  знания, умения и владения пополняются новыми значениями  $\Phi'(St)$ , которые определены функцией целей учебного процесса  $Z(R)$ . Речь идет о некотором полилинейном отображении  $f: \Phi(St) \times Z(R) \rightarrow \Phi'(St)$ , которое может быть рассмотрено в виде объектов некоторой категории. То есть если  $f: \Phi(St) \times Z(R) \rightarrow \Phi'_1(St)$  и  $g: \Phi(St) \times Z(R) \rightarrow \Phi'_2(St)$ , то морфизм  $f \rightarrow g$  может быть определен, как гомоморфизм  $h: \Phi'_1(St) \rightarrow \Phi'_2(St)$ , для которого коммутативна диаграмма

$$\begin{array}{ccc} & & \Phi'_1(St) \\ & \nearrow f & \downarrow h \\ \Phi(St) \times Z(R) & & \Phi'_2(St) \\ & \searrow g & \end{array}$$

Универсальный объект этой диаграммы есть тензорное произведение  $\Phi(St)$  и  $Z(R)$ , т. е. имеем формулу

$$\Phi'(St) = \Phi(St) \otimes Z(R), \tag{1}$$

где знак  $\otimes$  – тензорное произведение, которое отражает взаимодействие объектов по какому-либо правилу [7]. При некотором выборе базиса можем перейти к матричному исчислению.

Значение величины  $\Phi'(St)$  определяется по результатам текущей, промежуточной, итоговой аттестации. Проверка ограничения  $\Phi(St) \geq F$  осуществляется, например, в форме федерального Интернет-экзамена в сфере профессионального образования, федерального Интернет-экзамена для выпускников бакалавриата и иных формах независимой оценки качества подготовки обучающихся на соответствие знаний требованиям федеральных образовательных стандартов

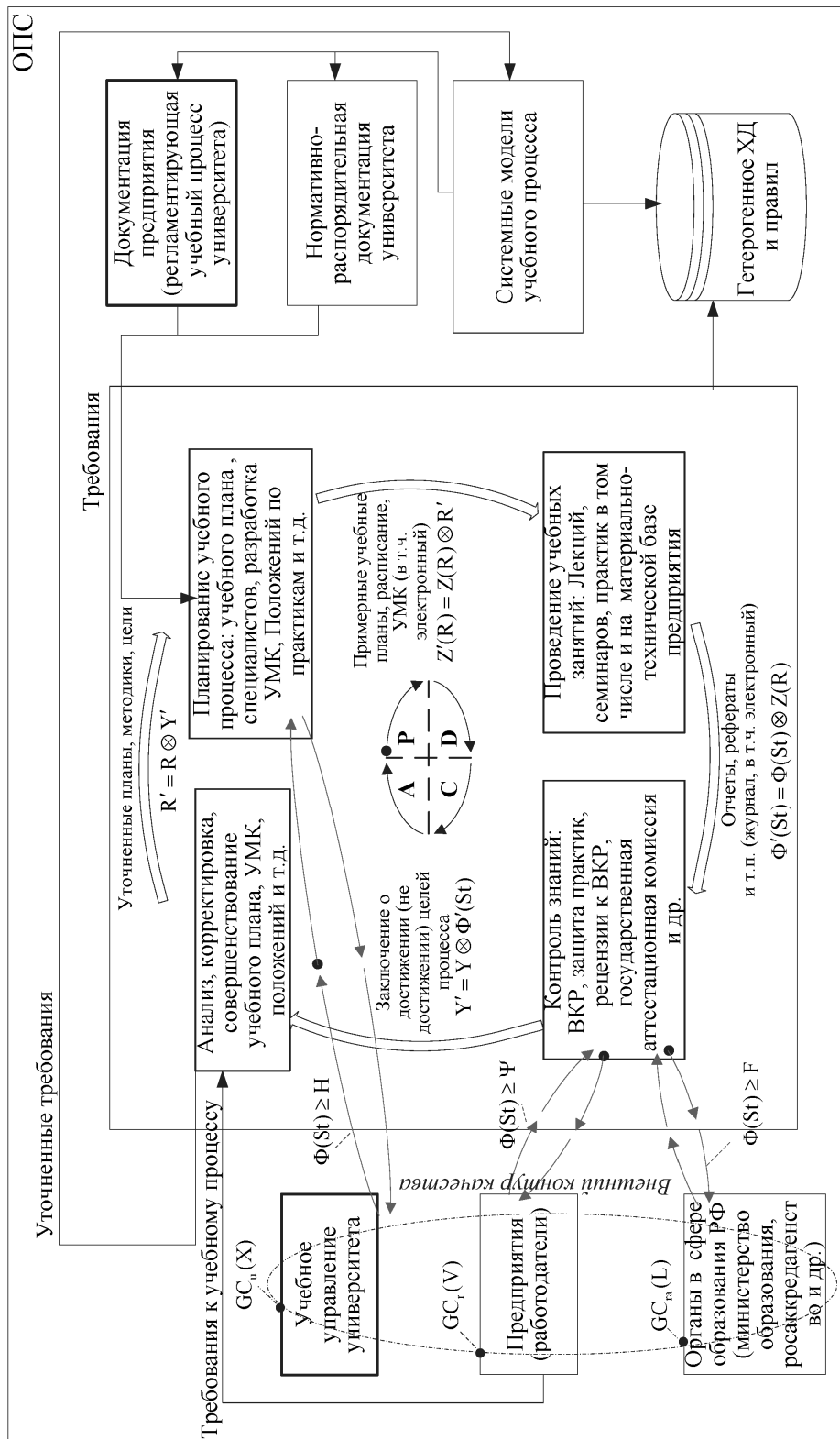


Рис. 1. Модель совершенствования учебного процесса с учетом внешнего контура качества

высшего образования (ФГОС ВО). Соответствие обучаемых в вузе требованиям предприятий-работодателей определяется в ходе прохождения ими учебных, производственных, преддипломных практик, выполнения курсовых, дипломных проектов по тематике работодателя, совместное проведение НИР, НИОКР и т. д. Учебное управление университета в соответствии с требованиями предприятий-работодателей к уровню знаний, умений, владений обучаемых, отраженных в профессиональных стандартах и прочих регламентирующих документах, вводит изменения в ОПОП, учебные планы, рабочие программы дисциплин и т. п.

Вердикт о достижении или не достижении целей учебного процесса может быть сформирован на базе системы:

$$\begin{cases} \Phi(St) \geq \Psi; \\ \Phi(St) \geq F. \end{cases} \quad (2)$$

В результате формируется множество  $Y'(R) = Y(R) \otimes \Phi(St)$ , на основе которого может быть сформировано множество уточненных целей  $R'$ , представленных формулой:

$$R' = R \otimes Y'(R). \quad (3)$$

Учитывая приведенные рассуждения, формирование новых регламентирующих документов, может быть представлено формулой  $Z'(R) = Z(R) \otimes R'$ .

Изменения, поступающие с внешнего контура качества, например, изменение конкурентной среды предприятия-работодателя, изменение документов, регламентирующих процесс государственной аккредитации, отражаются на характеристиках учебного процесса: корректируются и совершенствуются учебные планы, рабочие программы, фонды оценочных средств, нормативно-распорядительные документы университета и т. п.

Между объектами выбранных подмножеств критериев каждого ведомства ( $GC_u, GC_r, GC_{ra}$ ) могут быть установлены соответствия, реализующие сопоставление (отображение) критерия определенному критерию другого ведомства. То есть существуют  $X_i, V_j, L_e$ , при которых эти значения либо равны  $GC_u(X_i) = GC_r(V_j) = GC_{ra}(L_e)$ , где  $i \in [1, n], j \in [1, m], e \in [1, k]$ , либо существуют их отображения между собой. Данные подмножества образуют категории, для каждой пары объектов которых задано множество морфизмов. Причем выполняются аксиомы теории категорий (операция композиции ассоциативна и тождественный морфизм действует тривиально). Связь между объектами категорий реализуют отображения, сохраняющие структуру – функторы. Объектами в этой категории являются множества, морфизмами – отображения множеств. Можем сделать следующие выводы: приведенное подмножество критериев оценки образует класс объектов. Для любых двух объектов из данного класса (обозначим  $GC_u(X_1)$  и  $GC_u(X_2)$ ) установлено множество морфизмов  $\text{Hom}(GC_u(X_1), GC_u(X_2))$ , для которых определена их композиция, например,

$$\begin{aligned} g_{GC_u} &\in \text{Hom}(GC_u(X_1), GC_u(X_2)), \\ f_{GC_u} &\in \text{Hom}(GC_u(X_2), GC_u(X_3)), \\ g_{GC_u} \circ f_{GC_u} &\in \text{Hom}(GC_u(X_1), GC_u(X_3)). \end{aligned}$$

При этом операция композиции ассоциативна и тождественный морфизм действует тривиально, т. е. подмножество критериев оценки на стадиях ЖЦ учебного управления университета образуют категорию множеств. Проводя аналогичные рассуждения для  $GC_r(V)$  и  $GC_{ra}(L)$ , приходим к тем же результатам. Отсюда в качестве объектов учета можем принять множество характеристик обучающихся –  $Stq$ , определив им в качестве параметров подмножества  $X, V$  и  $L$ , по значениям которых может определяться степень соответствия приведенным выше критериям, т. е.

$$Stq = \langle X, V, L \rangle. \quad (4)$$

Взаимодействие внешнего контура качества для значения величин, с учебным процессом представимо диаграммой, приведенной на рис. 2, где представлены объекты внешнего контура качества в виде многомерных матриц приведенных выше критериев: для предприятий-работодателей –  $GC_r(V)$ , органов в сфере образования РФ –  $GC_{ra}(L)$ , учебного управления университета –  $GC_u(X)$ . В результате внешний контур качества образует вертикальные связи в виде совокупности взаи-

мостоящих задач, направленных на достижение критериев описанных выше, т. е. бизнес-процессов, при выполнении следующих условий (возможности совместимости ведомственных критериев):

$$\begin{aligned} GC_u(Stq) \cap GC_{ra}(Stq) &\neq \emptyset; \\ GC_u(Stq) \cap GC_r(Stq) &\neq \emptyset. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, может быть учтена семантическая составляющая взаимодействия объектов в ОПС в течение стадий жизненного цикла и применена модель единого хранилища данных для систематизации процессов сбора и обработки данных об учебном процессе.

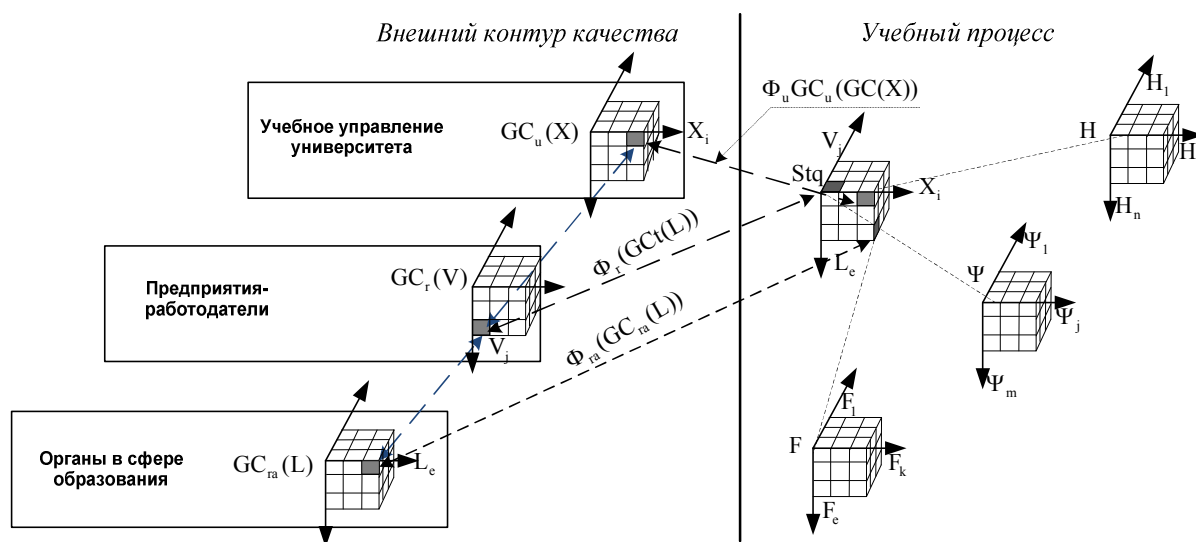


Рис. 2. Графическое представление взаимодействия внешнего контура качества с учебным процессом

Учитывая наличие рекуррентных соотношений внутри модели совершенствования учебного процесса и наличие описанной выше связи между объектами категорий, реализующих отображения, с сохранением структур (функторов), представляется возможным для совмещенного процесса применить принцип организации цикла Деминга. Наличие математического описания и приведенных формул (1)–(5) позволяет сформировать структуру референтной модели рассматриваемой предметной области в виде модели математической категории множеств. Совмещение теоретико-множественного представления приведенных положений и принципа организации цикла Деминга предоставляет возможность применения инкрементной модели, а также использования для правильного отображения основных свойств данного процесса как системы математических моделей реальных объектов и язык теории категорий множеств. Все это позволяет применить для анализа и прогнозирования состояний системы математический аппарат, а выделенная при этом рекурсивная зависимость (3) позволяет организовать процесс адаптации модели на каждой стадии ЖЦ учебного процесса.

### 2. Пример реализации процесса подготовки обучаемых в ОПС

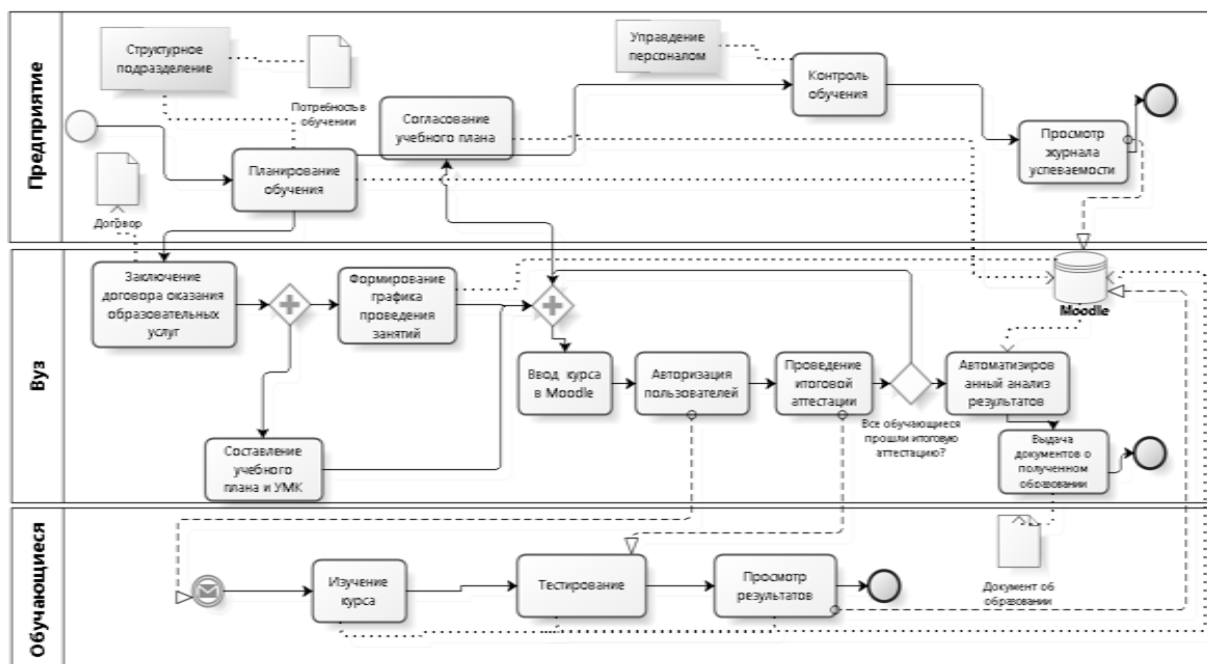
Функции, описанные в модели, представленной на рис. 1, могут быть детализированы в виде совокупности референтных моделей бизнес-процессов в одной из известных нотаций, например, BPMN, и далее реализованы в виде конкретных сценариев в интерактивном режиме в подсистемах ОПС, например, в Moodle. Отметим, что модель, представленная на рис. 1, применима для различных категорий обучаемых, в том числе и для обучающихся по дополнительным программам профессионального образования.

Рассмотрим пример такой реализации для процесса организации и проведения курсов повышения квалификации с использованием СЭО на платформе Moodle.

На рис. 3 представлен пример динамической модели данного процесса в нотации BPMN [8]. Диаграмма бизнес-процесса разделена на дорожки, которые отображают организационно-ролевую

структуру процесса (взаимодействующие между собой объекты). При этом информационное взаимодействие между участниками процесса отображается в виде потоков данных (показаны пунктирной линией на рис. 3), а последовательность выполнения действий – в виде потоков операций (сплошная линия). Формализация ролевой структуры процесса может иметь также значимый социальный эффект в снижении противоречий между участниками процесса и повышении их организованности, как это отмечено в [6].

Представленная на рис. 3 модель была реализована в виде интерактивного сценария в СЭО Moodle, входящей в состав ОПС, созданной между филиалом УГАТУ в г. Кумертау и АО «Кумертауское авиационное производственное предприятие» (КумАПП). СЭО Moodle успешно используется в филиале в процессе подготовки бакалавров и специалистов. Для проведения курсов повышения квалификации сотрудников КумАПП в СЭО были разработаны различные виды учебного контента, в том числе для контроля результатов обучения (в форме тестирования, контрольных заданий, выпускной аттестационной работы и т. п.).



**Рис. 3. BPMN-модель процесса организации и проведения курсов повышения квалификации для сотрудников предприятия**

На основе стандартных отчетов по результатам обучения и доработок, сделанных для системы Moodle на кафедре АСУ по использованию многомерного анализа данных с предварительным построением OLAP кубов, могут быть сделаны заключения о степени достижения целей учебного процесса, а также о мерах по его усовершенствованию (качество учебных материалов, методика преподавания, параметры учебного плана, техническое оснащение и т. п.). На рис. 4 приведен пример аналитического отчета, созданного по технологии ROLAP с использованием компонента ActiveX для браузера Internet Explorer.

Данный отчет отражает распределение результатов тестирования по дисциплине (ось X – баллы за тест, ось Y – количество студентов в потоке, набравших количество баллов в указанном диапазоне). Структура отчета может оперативно быть изменена пользователем в зависимости от его текущих информационных потребностей, например, можно получить данные о распределении результатов по группе студентов, количестве попыток студента пройти тестирование с указанием даты и полученных баллов, посмотреть результаты тестирования студента по разным дисциплинам, сформировать отчет о распределении баллов в рамках балльно-рейтинговой системы курса и т. п.

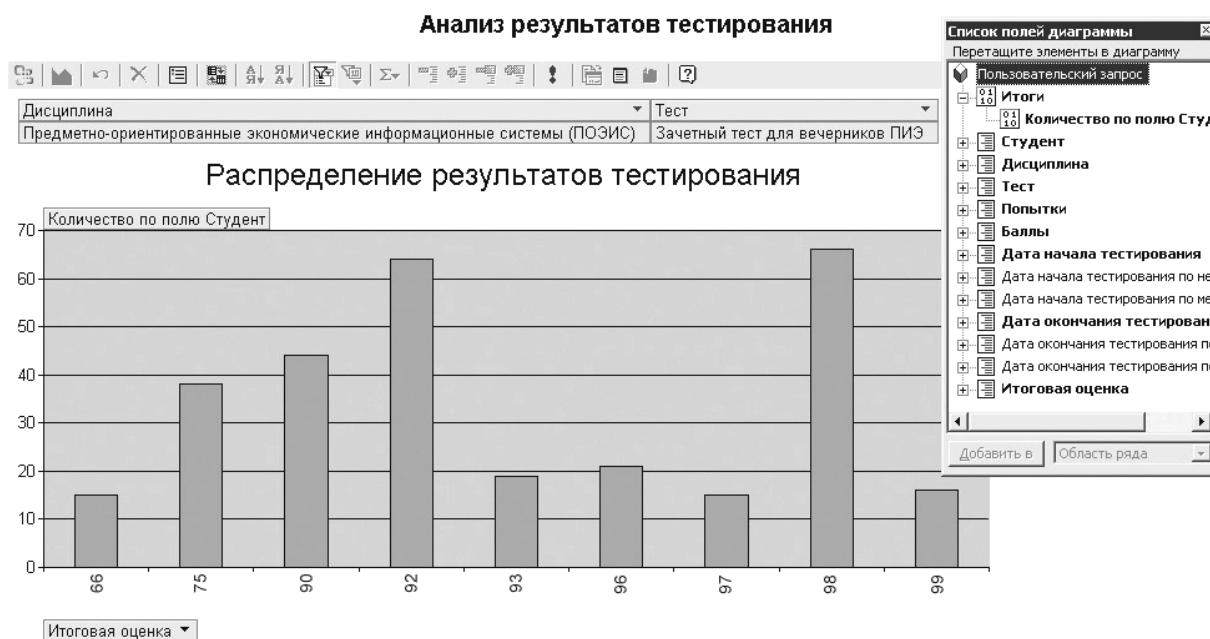


Рис. 4. Пример аналитического отчета по результатам тестирования в СЭО Moodle

## Заключение

В работе предложена семантическая модель совершенствования учебного процесса с учетом внешнего контура качества. Модель построена на основе использования положений теории категорий и в соответствии с методологией BPMN (в форме интерактивных сценариев в ОПС), что позволило создать комплексную непротиворечивую модель бизнес-процессов, получить распределение ответственности за основные результаты деятельности. В качестве примера показано применение СЭО Moodle для проведения курсов повышения квалификации для сотрудников предприятия. В результате применения описанного сценария за счет автоматизации существенно сокращается время на проведение контрольных мероприятий и анализ их результатов.

## Литература

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31 декабря 2014 г.).
2. Указ Президента РФ «О Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года» от 19 декабря 2012 г. № 1666.
3. ГОСТ Р ИСО 9000:2008. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 61 с.
4. Винберг, Э.Б. Курс алгебры / Э.Б. Винберг. – М.: Факториал Пресс, 2002. – 544 с.
5. Поддержка управления учебным процессом на основе информационных технологий многомерного анализа данных (на примере высшего учебного заведения) / Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, Г.В. Старцев, М.А. Шилина. – Уфа: УГАТУ, 2013.
6. Куликов, Г.Г. Особенности реализации процессного подхода и обучения управлению бизнес-процессами при помощи свободного программного обеспечения с открытым кодом / Г.Г. Куликов, А.Г. Михеев // Открытое образование. – 2011. – № 4. – С. 47–57.
7. Организация единого информационного пространства для подготовки специалистов технического вуза / Б.С. Мальшиев, К.А. Ризванов, Л.Ю. Полякова, А.Р. Фахруллина // Вестник УГАТУ. – 2014. – Т. 18, № 2 (63). – С. 142–151.
8. BPMN 2.0. Стандарт описания бизнес-процессов. – <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>.



**Куликов Геннадий Григорьевич**, д-р техн. наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; gennadyg\_98@yahoo.com.

**Антонов Вячеслав Викторович**, д-р техн. наук, зав. кафедрой, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.

**Шилина Мария Анатольевна**, канд. техн. наук, ст. преподаватель, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.

**Фахруллина Альмира Раисовна**, ст. преподаватель, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.

Поступила в редакцию 15 июля 2016 г.

DOI: 10.14529/ctcr160408

## THE AUTOMATED INFORMATION-MANAGEMENT SYSTEM WITH ELEMENTS OF FORMAL RULES OF DECISION MAKING FOR ENHANCEMENT OF EDUCATIONAL PROCESS

**G.G. Kulikov\*, V.V. Antonov, M.A. Shilina, A.R. Fakhrullina**

*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation*

\*gennadyg\_98@yahoo.com.

The formal model of continuous enhancement of educational process taking into account an external contour of quality management by the entities – employers and bodies in education is offered. The model is based on application of the process approach and mathematical provisions of the theory of sets and categories. The model is constructed on the basis of use of provisions of the theory of categories and according to BPMN methodology (in the form of interactive scenarios in OPS) that allowed to create complex consistent model of business processes, to receive distribution of responsibility for the main results of activities. It is offered to disaggregate this model in the form of process models in the notation of BPMN which are implemented further in the form of interactive scenarios in the automated applications. The description of implementation of standard business process in the environment of Moodle is given as an example.

Time for holding control actions and the analysis of their results is reduced significantly as a result of application of the described scenario due to automation.

*Keywords: educational and production environment, single information space, information system, theory of categories, theory of sets, business process, PDCA, BPMN, Moodle.*

### References

1. *Federal'nyy zakon "Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii" ot 29.12.2012. № 273-FZ (red. ot 31.12.2014)* [Federal Law "About Education in the Russian Federation" from 29.12.2012 № 273-FL (ed. 31.12.2014)].

2. *Ukaz prezidenta RF "O strategii gosudarstvennoy natsional'noy politiki Rossiyskoi Federatsii na period do 2025 goda" ot 19.12.2012. № 1666* [The Decree of the Russian President "About the Strategy of the State National Policy of the Russian Federation for the Period till 2025"] from 19.12.2012, № 1666.

3. *GOST R ISO 9000:2008. Sistemu menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'* [GOST R ISO 9000:2008. Quality Management System. Basic Provisions and Dictionary]. Moscow, Standards Publ. House, 2009. 61 p.

4. Vinberg E.B. *Kurs algebrы* [Algebra Course]. Moscow, Factorial Press Publ., 2002. 544 p.

5. Kulikov G.G., Antonov V.V., Startsev G.V., Shilina M.A. *Podderzhka upravleniya uchebnym protsessom na osnove informatsionnykh tekhnologiy mnogomernogo analiza dannykh. Elektronnyy resurs* [Support of Management of Educational Process on the Basis of Information Technologies of the Multidimensional Analysis of Data. Electronic Resource]. Ufa, 2013.

6. Kulikov G.G., Mikheev A.G. [Features of Implementation of the Process Approach and Training in Management of Business Processes by Means of the Free Software with an Open Code]. *Open Education*, 2011, № 4, pp. 47–57. (in Russ.)

7. Malyshev B.S., Rizvanov K.A., Polyakova L.Yu., Fakhrullina A.L. [Organization of a Common Information Space for Training of Specialists of Technical Higher Education Institution]. *Bulletin of Ufa State Aviation Technical University*, 2014, vol. 18, № 2 (63), pp. 142–151. (in Russ.)

8. BPMN 2.0. *Standart opisaniya biznees-protsessov* [Standard of Description of Business Processes]. Available at: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>.

*Поступила в редакцию 15 июля 2016 г.*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Автоматизированная информационно-управляющая система с элементами формальных правил принятия решений для совершенствования учебного процесса / Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, М.А. Шилина, А.Р. Фахруллина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 73–82. DOI: 10.14529/ctcr160408

### FOR CITATION

Kulikov G.G., Antonov V.V., Shilina M.A., Fakhrullina A.R. The Automated Information-Management System with Elements of Formal Rules of Decision Making for Enhancement of Educational Process. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 73–82. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr160408