

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИУС ИЗ УСЛОВИЙ ИДЕНТИФИЦИРУЕМОСТИ И ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ

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

*Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа*

Предложена методика выбора и обоснования математического и программного обеспечения для построения и реализации системной модели исследуемой предметной области (ПО), с учетом её развития. Предложена схема реализации внешнего контура управления качеством. В качестве примера исследуются две ПО: производственная деятельность предприятия и учебная деятельность вуза. Системные модели указанных ПО основаны на проектно (процессном) подходе и математических методах теории множеств и категорий. Предложено для реализации данной модели применить кросс-платформенную информационную технологию, базирующуюся на программных средствах моделирования SADT (BPwin, ERwin), Web-технологии (Java, Php) BPMN (Runa), Moodle (Html-редактор) и др. На средствах которые реализуются интерактивных сценарии в автоматизированном режиме. В качестве примера приводится описание реализации типового бизнес-процесса в указанных выше ПО.

*Ключевые слова: предметная область, математическое и программное обеспечение, образовательно-производственная среда, единое информационное пространство, информационно-управляющая система, теория категорий, теория множеств, бизнес-процесс, PDCA, BPMN, Moodle.*

### **Введение**

Информатизация и автоматизация процессов в различных предметных областях является характерной чертой научно-технического прогресса. Развитие и широкое применение информационных и коммуникационных технологий является глобальной тенденцией мирового развития и научно-технической революции последних десятилетий, поглощающих значительные экономические ресурсы. Необходимость совершенствования математического и программного обеспечения непосредственно управленческой деятельности в выделенных ПО, по сути, обусловлена дальнейшим развитием идей академика В.М. Глушкова о необходимости тотальной централизации всей управленческой информации в единой общегосударственной автоматизированной системе (ОГАС). Требования централизации сменили идеи разумной децентрализации с требованием унификации информации и программного обеспечения. Это открывает возможность повысить эффективность использования информационного обеспечения, оборудования и др. ресурсов.

Для успешной реализации новой информационной системы должны быть разработаны новые средства математического и программного обеспечения, ориентированные на исследуемые ПО, представляемые в форме формальных системных моделей.

Построение Системной семантической модели на примере двух ПО: производственной деятельности предприятия и совершенствования учебного процесса университета с учетом внешнего контура качества и требований работодателя.

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 предметных областей производственных и образовательных процессов можно представить следующим образом:

## Краткие сообщения

---

• Планирование (Plan) – на данном этапе определяются основные требования к процессу подготовки обучающихся со стороны работодателей и со стороны университета: 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 производственных 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 учебно-производственных процессов 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:

$F(St)$  – 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.

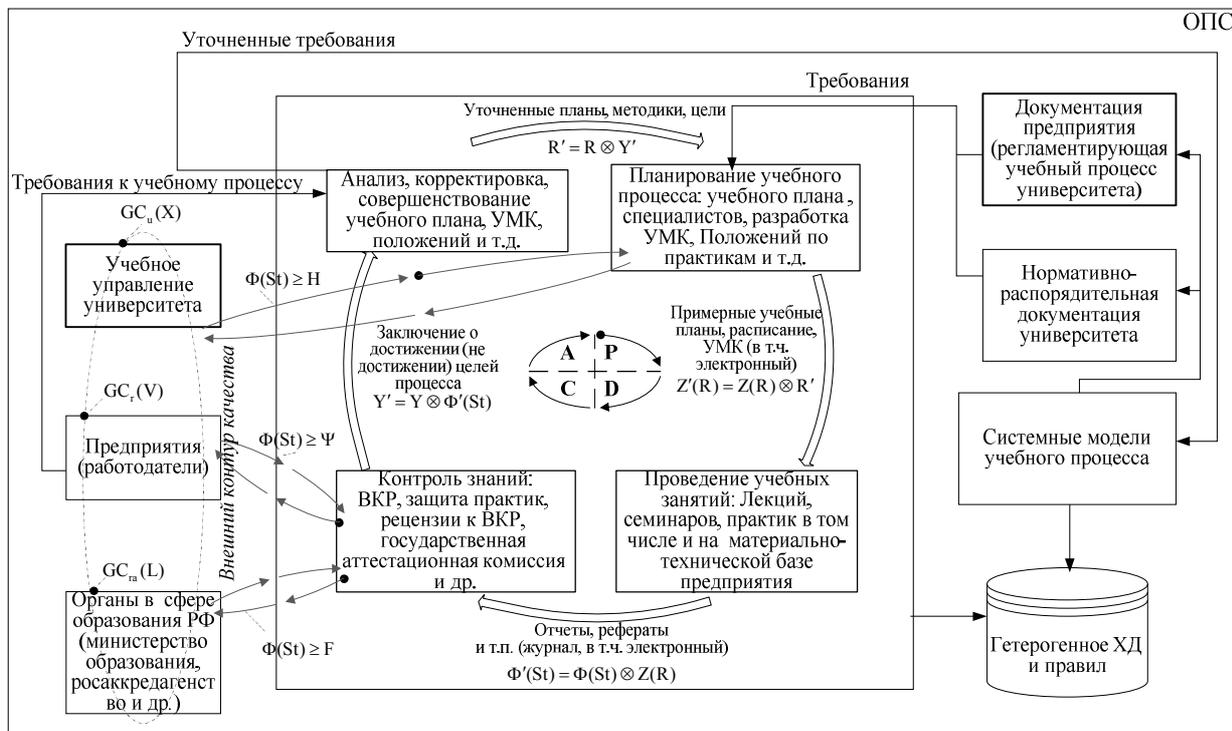
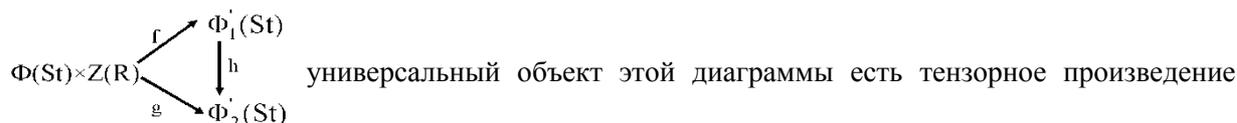


Рис. 1. Модель совершенствования учебного процесса с учетом внешнего контура качества

На данном этапе определяется порядок и график проведения учебных занятий на базе промышленного предприятия, необходимое оборудование, информационные технологии и др. 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. Т. е. 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:



$\Phi(St)$  и  $Z(R)$ . Т. е. имеем формулу:

$$\Phi'(St) = \Phi(St) \otimes Z(R), \quad (1)$$

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 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. Т. е. 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 взаимосвязанных 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.

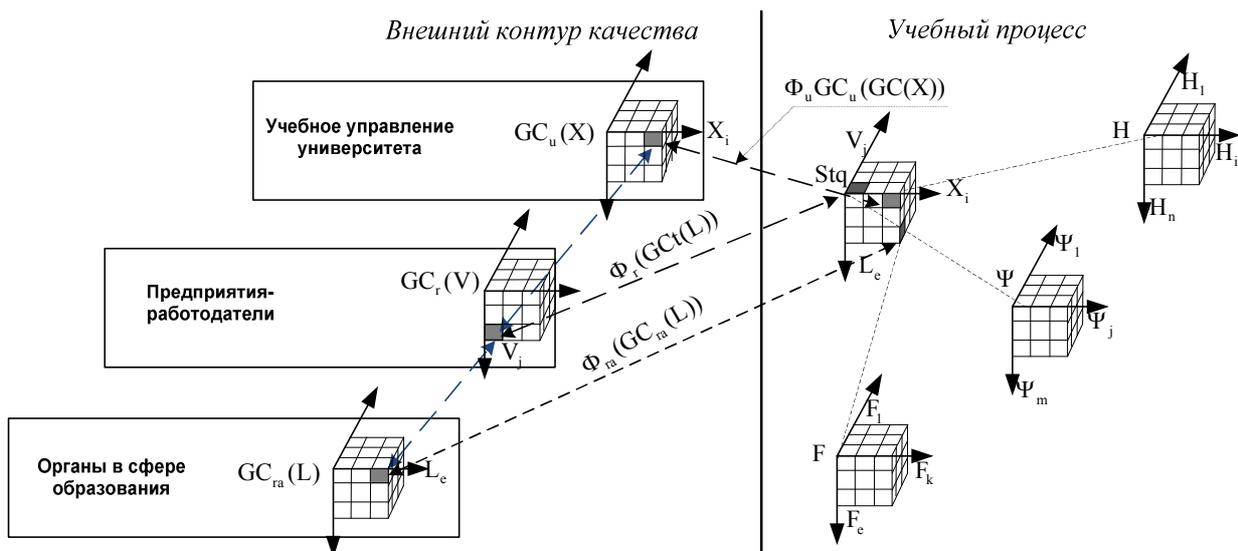


Рис. 2. Графическое представление взаимодействия внешнего контура качества с учебным процессом

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.

## Краткие сообщения

### Пример реализации процесса подготовки обучаемых в ОПС

Функции, описанные в модели, представленной на рис. 1, могут быть детализированы в виде структуры программного обеспечения для реализации референтной модели управления с использованием кросс-платформенных информационных технологий, 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 повышения 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.).

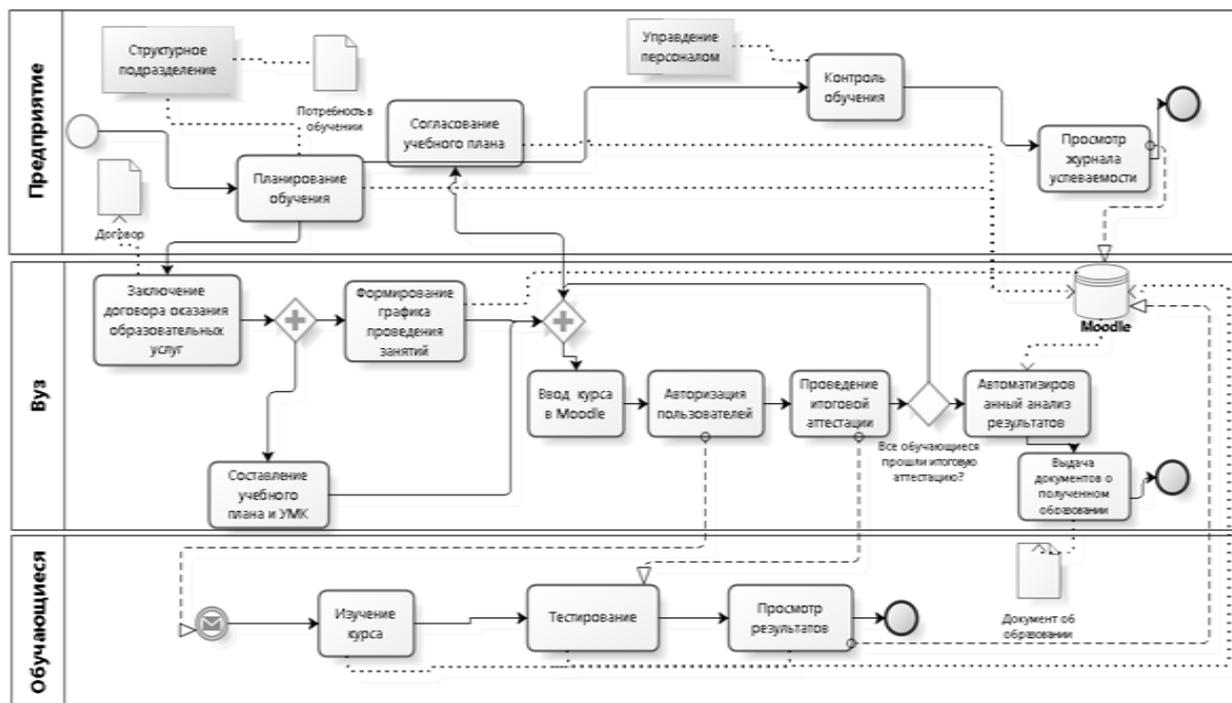


Рис. 3. BPMN-модель процесса организации и проведения курсов повышения квалификации для сотрудников предприятия

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 учебно-

го 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.



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

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.

### Заключение

В работе предложена кросс-платформенная информационная технология проектирования и реализации формальной семантической модель комплексной ПО (производственной и образовательной деятельности): совершенствования учебно-производственного процесса с учетом внешнего контура качества, базирующаяся на программных средствах моделирования SADT (BPwin, ERwin), Web-технологии (Java, Php) BPMN (Runa), Moodle (Html-редактор) и др.

Модель ИУС построена на основе использования положений теории категорий и в соответствии с методологией BPMN (в форме интерактивных сценариев в ОПС). В качестве примера показано применение СЭО Moodle в среде Web-портального информационного пространства кафедры и предприятия 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.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 16-37-00064 мол\_а «Программное обеспечение для многоуровневого структурирования контента информационного пространства по системной модели».

### 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: науч.-практ. журнал. – 2011. – № 4. – С. 47–57.
7. Организация единого информационного пространства для подготовки специалистов технического вуза / Б.С. Малышев, 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; [gennadyg\\_98@yahoo.com](mailto:gennadyg_98@yahoo.com).

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

**Шилина Мария Анатольевна**, канд. техн. наук, старший преподаватель, Уфимский государственный авиационный технический университет.

**Фахруллина Альмира Раисовна**, старший преподаватель, Уфимский государственный авиационный технический университет.

*Поступила в редакцию 24 февраля 2016 г.*

---

DOI: 10.14529/ctcr160316

## MATHEMATICAL AND THE SOFTWARE FOR CREATION AND IMPLEMENTATION OF SUBJECT-ORIENTED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS FROM CONDITIONS OF IDENTIFIABILITY AND TRACEABILITY

**G.G. Kulikov\*, V.V. Antonov, M.A. Shilina, A.R. Fahrullina**  
\*[gennadyg\\_98@yahoo.com](mailto:gennadyg_98@yahoo.com)

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

The technique of the choice and reasons for mathematical and the software for creation and implementation of system model of the researched subject domain (SD), taking into account its development is offered. The scheme of implementation of an external contour of quality management is offered. As an example two subject domains, productive activity of the entity and educational activities of higher education institution are researched. System models of specified SD are based on project (process) approach and mathematical methods of the theory of sets and categories. The cross-platform information technology which is based on software of modeling of SADT (BPwin, ERwin), Web technologies (Java, Php) BPMN (Runa), Moodle (Html-editor), etc. which realize interactive

scenarios in the automated mode is offered for implementation of this model. The description of implementation of standard business process in stated above programmes is given as an example.

*Keywords:* subject domain, mathematical and software, educational and production environment, common information space, management information system, theory of categories; theory of sets, business process, PDCA, BPMN, Moodle.

### References

1. *Federal'nyy zakon ob obrazovanii "Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii" ot 29.12.2012 № 273-FZ (red. ot 31 dekabrya 2014 g.)* [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 Rossiskoy Federatsii na period do 2025 goda" ot 19 dekabrya 2012 g. № 1666* [Decree of the Russian President "About Strategy of the State National Policy of the Russian Federation for the Period till 2025" form 19.12.2012 No. 1666].
3. *GOST R ISO 9000:2008. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'* [GOST R ISO 9000:2008. Quality Management System. Basic Provisions and Dictionary]. Moscow, Publ. of Standards, 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. Monografiya* [Support of Management of Educational Process on the Basis of Information Technologies of the Multidimensional Analysis of Data. Electronic Resource. Monography]. Ufa, USATU Publ., 2013.
6. Kulikov G.G., Mikheev A.G. [Features of Realization of the Process Approach and Training in Management of Business Processes by Means of the Free Software with an Open Code]. *Open Education: Science Practical Journal*, 2011, no. 4, pp. 47–57. (in Russ.)
7. Makyshev B.S., Rizvanov K.A., Polyakova L.Yu., Fakhruullina A.R. [Organization of Common Information Space for Training of Specialists of Technical College]. *Bulletin of Ufa State Aviation Technical University*, 2014, vol. 18, no. 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>.

*Received 24 February 2016*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Математическое и программное обеспечение для построения и реализации предметно-ориентированных ИУС из условий идентифицируемости и прослеживаемости / Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, М.А. Шилина, А.Р. Фахруллина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 143–151. DOI: 10.14529/ctcr160316

### FOR CITATION

Kulikov G.G., Antonov V.V., Shilina M.A., Fahrullina A.R. Mathematical and the Software for Creation and Implementation of Subject-Oriented Management Information Systems from Conditions of Identifiability and Traceability. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2016, vol. 16, no. 3, pp. 143–151. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr160316