



Научно-практический журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
№ 6 (113) 2015

Учредитель:  
РЭУ им. В.Г. Плеханова

Главный редактор  
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора  
Александр Викторович Бойченко  
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор  
Павел Александрович Смелов

Технический редактор  
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 1996 года.  
Свидетельство о регистрации СМИ:  
ПИ №77-13926 от 11 ноября 2002 г.  
ISSN 1818-4243

Все права на материалы,  
опубликованные  
в номере, принадлежат журналу  
«Открытое образование».  
Перепечатка материалов,  
опубликованных в журнале, без  
разрешения редакции запрещена.  
При цитировании материалов ссылка  
на журнал «Открытое образование»  
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень  
периодических научных изданий.  
Статьи журнала рецензируются.

Тираж журнала  
«Открытое образование»  
1500 экз.

Адрес редакции:  
119501, г. Москва,  
ул. Нежинская, д. 7, офис 214  
Тел. (495) 411-66-33 (доб. 335)  
E-mail: Anikeeva.EI@gea.ru  
Адрес сайта: www.e-joe.ru

Подписной индекс журнала  
в каталоге «РОСПЕЧАТЬ»: 47209  
в каталоге «Пресса России»: 10574

© ФГБОУ ВПО  
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

### МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Г.Н. Калянов*  
Модели и методы теории бизнес-процессов (обзор)..... 4
- Б.В. Куприянов*  
Преобразование рекурсивного конвейера общего вида в линейный конвейер ..... 10
- Г.А. Беркетов, А.А. Микрюков, А.И. Полоус*  
Концептуальная оценка качества информации, циркулирующей в организационно-технических системах..... 19

### УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

- Ю.Ф. Тельнов, Е.В. Павлова, А.А. Протасова*  
Организация коллективного взаимодействия субъектов образовательной деятельности в информационно-образовательном пространстве ..... 23
- Е.А. Спирина*  
Содержание готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями..... 28
- О.С. Громашева, И.А. Щербинина*  
Экспертная система оценки знаний студентов по дисциплине «Системы реального времени»..... 36

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Н.В. Днепровская, Е.А. Янковская, И.В. Шевцова*  
Понятийные основы концепции смарт-образования..... 43
- И.Г. Фёдоров*  
Комплексная трансформация предприятия при переходе к процессному управлению ..... 52

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- А.Б. Кригер*  
Совершенствование учебного процесса на основе использования информационной системы управления обучением ..... 60
- Д.В. Моглан*  
Содержание компетентности в области объектно-ориентированного программирования и этапы ее развития у бакалавров направления «Педагогическое образование» в условиях сетевого сообщества ..... 67
- Ю.Ф. Тельнов, А.В. Данилов, В.А. Казаков*  
Программная реализация информационно-образовательного пространства на основе многоагентной технологии и онтологического подхода..... 73
- А.В. Федотова, В.Б. Тарасов*  
Дисциплина «Автоматизация управления жизненным циклом продукции» и ее роль в техническом университете ..... 83
- Михаил Самуилович Гаспариан*  
Разработка системы оценки эффективности научно-педагогических работников на основе интегрированного информационно-образовательного пространства..... 89



Scientific and practical journal

OPEN EDUCATION  
№ 6 (113) 2015

**Founder:**  
Plekhanov Russian University of  
Economics

**Editor in chief**  
Yuriy F. Telnov

**Deputy editor**  
Aleksandr V. Boichenko  
Vasily M. Trembach

**Executive editor**  
Pavel A. Smelov

**Technical editor**  
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.  
Mass media registration certificate:  
№77-13926 on November 11, 2002  
ISSN 1818-4243

All rights for materials published in the  
issue belong to the journal  
«Open Education».

Reprinting of articles published in the  
journal, without the permission of the  
publisher is prohibited.

When citing a reference to the journal  
«Open Education» is obligatory.

Editorial opinion may be different from  
the views of the authors

The journal is included in the list of VAK  
periodic scientific publications.  
Journal articles are reviewed.  
The circulation of the journal  
«Open Education» – 1,500 copies.

Editorial office:  
119501, Moscow,  
Nezhinskaya str., 7,  
office 214

Tel. (495) 411-66-33 (335)  
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru  
Web: www.e-joe.ru

Subscription index of journal  
in catalogue «ROSPECHAT»:  
47209  
in catalogue «Pressa Rossii»:  
10574

## CONTENTS

### METHODICAL MAINTENANCE

- Georgiy N. Kalyanov*  
Models and methods of the theory of business processes (review) ..... 4
- Boris V. Kupriyanov*  
The transformation of the recursive conveyor from the general form to  
the linear conveyor..... 10
- Gennady A. Berketov, Andrey A. Mikrukov, Anatolij I. Polous*  
The conceptual quality evaluation of the information circulating  
in technical-organizational systems ..... 19

### EDUCATIONAL RESOURCES

- Yury F. Telnov, Ekaterina V. Pavlova, Alla A. Protasova*  
Collaboration management for subjects of educational activity in  
information-educational space ..... 23
- Yelena A. Spirina*  
The content of readiness of students of information professions to work  
with network technology..... 28
- Olga S. Gromashova, Inna A. Shcherbinina*  
Expert system for the students' knowledge in the discipline of  
“Real-time systems” ..... 36

### NEW TECHNOLOGIES

- Natalia V. Dneprovskaya, Ekaterina A. Yankovskaya, Inessa V. Shevtsova*  
The conceptual basis of the smart education ..... 43
- Igor G. Fiodorov*  
A complex transformation of a process organization..... 52

### EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Aleksandra B. Kriger*  
Improving the educational process based on the use of information  
learning management systems ..... 60
- Diana V. Moglan*  
Contents of competence in the domain of object-oriented programming  
and stages of its development by bachelors of pedagogical education  
using network communities ..... 67
- Yury F. Telnov, Andrey V. Danilov, Vasily A. Kazakov*  
Software implementation of information-educational space based on  
multi-agent technology and ontological approach ..... 73
- Alena V. Fedotova, Valery B. Tarassov*  
The discipline «Computer-based product lifecycle management»  
and its role in technical university ..... 83
- Mikhail S. Gasparian*  
The development of effectiveness assessment system  
of scientific-teaching staff based on integrated  
information-educational environment..... 89

## СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

**Абросимов А.Г.**, д.п.н., проф., заведующий кафедрой прикладной информатики и информационной безопасности Самарского государственного экономического университета

**Батоврин В.К.**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики

**Бережная М.С.**, д.п.н., проф., профессор кафедры психологии РЭУ им. Г.В. Плеханова

**Бершадский А.М.**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования Пензенского государственного технического университета

**Васильев В.Н.**, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета)

**Голосов О.В.**, д.э.н., проф., советник при ректорате Финансовой академии при правительстве Российской Федерации

**Гридина Е.Г.**, д.т.н., проф., директор информационно-вычислительного центра НИУ «МЭИ»

**Домрачев В.Г.**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электроники и микропроцессорной техники Московского государственного университета леса

**Иванников А.Д.**, д.т.н., проф., первый заместитель директора Государственного НИИ информационных технологий и телекоммуникаций

**Карпенко М.П.**, д.т.н., проф., президент Современного гуманитарного университета

**Коллин К.К.**, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН)

**Курейчик В.М.**, д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета

**Мальшев Н.Г.**, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Московского института экономики, менеджмента и права

**Метлик И.В.**, д.п.н., заведующий лабораторией развития воспитания и социализации детей Института изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования

**Осипов Г.С.**, д.ф.-м.н., проф., заместитель директора по научной работе института системного анализа РАН

**Позднеев Б.М.**, д.т.н., проф., проректор по менеджменту качества, заведующий кафедрой информационных систем МГТУ

**Тельнов Ю.Ф.**, д.э.н., проф., заведующий кафедрой прикладных информационных технологий и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова

**Тихомиров В.П.**, д.э.н., проф., академик, президент «Евразийского открытого института», президент Международного консорциума «Электронный университет»

**Тихонов А.Н.**, д.т.н., проф., директор, научный руководитель Московского института электроники и математики (МИЭМ)

**Усков В.Л.**, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, США

**Щенников С.А.**, д.пед.н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк»

## THE EDITORIAL BOARD Of the journal «Open Education»

**Abrosimov A.G.**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Samara State University of Economics

**Batovrin V.K.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Information Systems, Moscow Institute of Radio Electronics and Automatics

**Berezhnaya M.S.**, Professor of the Department of Psychology, Plekhanov Russian University of Economics

**Bershadskij A.M.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Computer Aided Design, Penza State Technical University

**Vasiliev V.N.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University)

**Golosov O.V.**, Doctorate of Economics, Professor, Adviser at rectorate of "Financial academy under the Government of the Russian federation"

**Gridina E.G.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Director of Information and Computing Center NRU "MPEI"

**Domrachev V.G.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of electronics and microprocessor technology, Moscow State Forest University

**Ivannikov A.D.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, First Deputy Director of the State Scientific Research Institute of Information Technologies and Telecommunications

**Karpenko M.P.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, President of Modern University of Humanities, Moscow

**Kolin K.K.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Chief Researcher of The Institute of Informatics Problems of The Russian Academy of Sciences

**Kureychik V.M.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University

**Malishev N.G.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Moscow Witte University

**Metlik I.V.**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Laboratory of development, education and socialization of children Institute Studies of childhood, family and upbringing of the Russian Academy of Education

**Osipov G.S.**, Doctorate of Physics and Mathematics, Professor, Deputy Director of the Research Institute of Systems Analysis of the Russian Academy of Sciences

**Pozdneev B.M.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Vice-Rector for Quality Management, Head of Information Systems, Moscow State University of Technology "STANKIN"

**Telnov Yu.F.**, Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics

**Tikhomirov V.P.**, Doctorate of Economics, Professor, Academician, the President of the "Eurasian Open Institute", the President of the International consortium "Electronic university"

**Tikhonov A.N.**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Director, Academic Supervisor: HSE Moscow Institute of Electronics and Mathematics (MIEM HSE)

**Uskov V.L.**, PhD in Engineering, Professor, co-director of the InterLabs Research Institute of Bradley University, USA

**Schennikov S.A.**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management "Link"

# Модели и методы теории бизнес-процессов (обзор)

*Рассматриваются основные направления современной теории бизнес-процессов. По каждому из направлений приводится краткий обзор его основных моделей и методов.*

**Ключевые слова:** процесс, бизнес-процесс, модель, инжиниринг/реинжиниринг, верификация, требования по автоматизации.

## MODELS AND METHODS OF THE THEORY OF BUSINESS PROCESSES (REVIEW)

*The basic directions of the modern theory of business processes. For each of these areas provides a brief overview of its main models and methods.*

**Keywords:** process, business-process, model, engineering/reengineering, verification, requirements to automation.

### 1. Введение

Теория бизнес-процессов является одним из направлений теории процессов, в свою очередь, представляющей собой «раздел математической теории программирования, изучающий математические модели поведения динамических систем, называемых процессами» [1]. В [1] процесс определяется как «модель поведения, которое заключается в исполнении действий». Модели теории процессов хорошо подходят для изучения иерархических систем, включая организационные системы, их процессы и принято называть бизнес-процессами (БП).

Фактически в теории процессов процесс представлен диаграммой переходов состояний (state transition diagram – STD), включающей такие объекты как состояние, начальное состояние, переход, действие (но не включающей условия перехода между состояниями). Отличия от классической STD заключаются в наличии множества переменных процесса, начального условия процесса, использования операторов вместо действий (оператор – «схема действия, приобретающая вид конкретного действия лишь при конкретном выполнении этого

оператора»). Теория обеспечивает формальное описание (а также анализ и верификацию) процессов с передачей сообщений, основанное на исчислении взаимодействующих систем Р.Милнера [2].

В качестве источников и предшественников теории процессов в [1] указываются следующие направления:

1) Теория взаимодействующих последовательных процессов Хоара [3, 4], в которой исследуется модель взаимодействия синхронных параллельных процессов, основанная на передаче сообщений.

2) Исчисление взаимодействующих систем Милнера [2], в котором введена денотационная семантика параллельных процессов, потоковый граф с синхронизированными портами, при этом использована модель взаимодействия параллельных процессов Хоара.

3) Алгебра взаимодействующих процессов [5] – теория первого порядка с равенством, в которой предметные переменные принимают значения в множестве процессов, используются формальные символы, соответствующие операциям над процессами.

4) Мобильные процессы (описывающие поведение распределен-

ных систем, во время функционирования которых могут меняться связи между компонентами и структура самих компонентов), теория сетей Петри, теория частичных порядков, темпоральная логика, метрический подход (в котором исследуется понятие расстояния между процессами), синхронно и асинхронно взаимодействующие автоматы и др.

### 2. Основные направления теории бизнес-процессов

Для целей данной статьи будем использовать следующие определения из работы [6]:

*Операция* – элементарное (неделимое) действие, выполняемое на одном рабочем месте.

*Функция* – совокупность операций, сгруппированных по определенному признаку.

*Бизнес-процесс* – связанная совокупность функций, в ходе выполнения которой потребляются определенные ресурсы и создается продукт (вещественный или нематериальный результат человеческого труда: предмет, услуга, научное открытие, идея), представляющий ценность для потребителя.

*Подпроцесс* – бизнес-процесс, являющийся структурным элемен-



**Георгий Николаевич Калянов,**

*д.т.н., профессор*

*Тел.: (495) 334-91-01*

*Эл. почта: kalyanov@mail.ru*

*Институт проблем управления РАН*

*www.ipu.ru*

**Georgiy N. Kalyanov,**

*Doctor of Engineering Science, Professor*

*Tel.: (495) 334-91-01*

*E-mail: kalyanov@mail.ru*

*Institute of Control Sciences of Russian*

*Academy of Sciences*

*www.ipu.ru*

том некоторого объемлющего бизнес-процесса и представляющий ценность для внутреннего клиента. *Бизнес-модель* – структурированное графическое описание сети процессов и/или функций/операций, связанных с данными, документами, организационными единицами и прочими объектами, отражающими существующую или предполагаемую деятельность предприятия.

Формальный аппарат, лежащий в основе теории БП, базируется на следующих направлениях теории программирования:

- формальные грамматики и языки;
- параллельные процессы и методы распараллеливания;
- теория тестирования;
- методы оптимизации, верификации, анализа и оценки качества;
- теория баз данных и баз знаний;
- структурные методы анализа и проектирования.

В статье рассматриваются следующие разделы теории БП:

- типы и классы БП,
- модели БП (типы, виды, нотации),
- технологии моделирования,
- методы структурирования/декомпозиции,
- методы инжиниринга/реинжиниринга,
- методы анализа и верификации,
- методы перехода от моделей БП к требованиям по автоматизации БП.

### 3. Типы и классы БП

Имеется ряд классификаций БП (на основе их группирования по функциональному принципу, по назначению и т.д.), наиболее часто используемые из них приведены в [6, 7]. В качестве примера ниже приведена классификация, апробированная автором в ряде проектов по моделированию и автоматизации БП для отечественных предприятий.

*Основными бизнес-процессами являются процессы, ориентированные на производство товара или оказание услуги, являющихся*

*ся целевыми объектами создания предприятия и обеспечивающих получение дохода (например, для жирового комбината – процессы производства масла и майонеза).*

*Сопутствующими бизнес-процессами являются процессы, ориентированные на производство товара или оказание услуги, являющихся результатами сопутствующей основному производству производственной деятельности предприятия и также обеспечивающих получение дохода (для жирового комбината – процессы производства мыла и глицерина).*

*Вспомогательными бизнес-процессами являются процессы, предназначенные для жизнеобеспечения основных и сопутствующих процессов и ориентированные на поддержку их специфических черт (для жирового комбината – процессы ремонта и технического обслуживания маслосбойного оборудования).*

*Обеспечивающими бизнес-процессами являются процессы, предназначенные для жизнеобеспечения основных и сопутствующих процессов и ориентированные на поддержку их универсальных черт (для любого предприятия – процесс финансового обеспечения деятельности, процесс управления кадрами, процесс юридического обеспечения и т.п.).*

*Бизнес-процессы управления – это процессы, охватывающие весь комплекс функций управления на уровне каждого бизнес-процесса и предприятия в целом. Примерами таких процессов могут являться процессы стратегического, оперативного и текущего планирования, процессы формирования и выполнения управляющих воздействий.*

*Наконец, бизнес-процессами развития являются процессы совершенствования производимого товара или услуги, процессы развития технологий, процессы модернизации оборудования, а также инновационные процессы.*

Однако, роль подобных классификаций сводится лишь к помощи при структурировании бизнес-модели (фактически, на их основе строятся различные методики структурирования).

нотация	функции	данные	поведение	оргстр.
DFD и CFD	+	-	-:+	-:+
IDEF0	+	-	-	-:+
ERD, IDEF1X	-	+	-	-
структурограммы	-	+	-	-
STD	-	-	+	-
BPLMN, IDEF3	-:+	-	+	+
ePC	+	-	-	-:+
сети Петри, IDEF2	-	-	+	-
смешанные графы	+	+	+	+

В [8] выделен специальный класс БП – «конвейерные» процессы, который существенно шире множества «классических» конвейеров, и позволяет при этом вычислять основные характеристики процесса (в том числе и те, которые нельзя вычислить с помощью имитационного моделирования). Модель конвейерного процесса имеет следующие основные отличия от классической модели конвейера:

1) Процесс описывается не параллельно-последовательной схемой, а ациклическим ориентированным графом, вершинами которого могут быть функциональные операции или спусковые функции.

2) Числовые характеристики процесса определяются не аналитическими, а рекуррентными выражениями.

Разработана теория моделирования конвейерных бизнес-процессов, включающая в себя следующие основные компоненты:

1) Набор функциональных примитивов, позволяющих описывать конвейерные БП.

2) Формальное математическое описание модели в виде набора рекуррентных отношений, позволяющих однозначно описать основные характеристики процесса.

3) Набор характеристик, определяющий функционирование конвейера: производительность, время начала стационарного режима работы и т.п.

4) Структурный метод анализа модели, позволяющий в статике (без имитационного моделирования) вычислять основные характеристики процесса: производительность; время выхода в стационарный режим работы; характеристическую операцию конвейера, определяющую производительность конвейера.

5) Теорема, доказывающая, что на любом цикле работы конвейера его фаза изменяется по закону некоторого индуцированного им линейного конвейера.

#### 4. Модели БП

Данный раздел теории БП опирается на структурный подход к моделированию БП. Концепту-

альная модель соответствующего структурного языка приведена в [6], она включает четыре базовых компонента – словарь языка, синтаксис языка, комплект абстрактных семантических правил/процедур, аспекты языковой прагматики.

Имеется три вида базовых моделей БП – функциональная, информационная, поведенческая (все три могут включать элементы оргструктурной модели). По типам модели БП разделяются на статические и динамические, по степени формализации – на слабо-формализованные и формальные.

Базовые нотации моделирования и их возможности в части построения базовых видов моделей БП приведены в таблице.

В качестве формальной модели БП, реализующей вышеприведенное определение БП, в работе [9] предложен смешанный граф. Нижний уровень модели содержит информационные объекты (ИО), представляемые с помощью кортежей  $D_i(a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^n)$ , где  $D_i$  – идентификатор  $i$ -го ИО,  $a_j^i$  –  $j$ -ый атрибут  $i$ -го ИО. Бизнес-операция моделируется парой  $T_i D_j = (T_i, D_j)$ , где  $T_i$  – тип операции с ИО. При этом  $T_i D_j = (T_i a_j^1, T_i a_j^2, \dots, T_i a_j^k)$ , однако для ряда операций (например, операции редактирования) могут существовать такие индексы  $m$ , что  $T_i a_j^m = a_j^m$ , т.е. операция может применяться не ко всем атрибутам ИО. Бизнес-функция моделируется кортежом бизнес-операций  $I_m((T_{1m}, D_{1l}), \dots, (T_{km}, D_{kl}))$ , где  $I_m$  – код должности исполнителя,  $T_{1m}, \dots, T_{km}$  – элементы множества  $\{T_i\}$ ,  $D_{1l}, \dots, D_{kl}$  – элементы множества  $\{D_j\}$ . При этом, не нарушая общности, можно считать, что внутри бизнес-функции бизнес-операции имеют естественный порядок ис-

полнения.

Формальная модель бизнес-процесса представляет собой граф управления бизнес-функциями  $G(N, n_0, n_\phi, E, M, EM, EN, R, ER)$ , где

–  $N$  – множество узлов, каждый из которых соответствует бизнес-функции;

–  $n_0$  и  $n_\phi$  – входной и завершающий узел, соответственно;

–  $E$  – множество управляющих ребер такое, что  $i, j \in N \cup \{n_0, n_\phi\}$ :  $(i, j) \in E$ , если возможна ситуация, когда за выполнением бизнес-функции  $i$  будет выполняться бизнес-функция  $j$ ;

–  $M$  – множество узлов, соответствующих структурным подразделениям предприятия ( $M \cap N = \Omega$ , где  $\Omega$  – пустое множество);

–  $EM$  – множество ребер подчиненности такое, что  $i, j \in M$ :  $(i, j) \in EM$ , если структурное подразделение  $j$  подчинено структурному подразделению  $i$ ;

–  $EN$  – множество ребер исполнения бизнес-функции такое, что  $i \in M, j \in N$ :  $(i, j) \in EN$ , если бизнес-функция  $j$  может быть выполнена в подразделении  $i$ ;

–  $R$  – множество ресурсов предприятия;

–  $ER$  – множество взвешенных ребер использования ресурсов такое, что  $i \in R, j \in N$ :  $(i, j) \in ER$ , если бизнес-функция  $j$  использует при своем выполнении ресурс  $i$ .

#### 5. Технологии моделирования

Современные технологии моделирования БП базируются на следующих основных принципах:

1) Интеграция моделей различных видов, например, DFD-технология [10, 11] (интегрирующая диаграммы DFD, CFD, ERD, STD и

спецификации процессов в различных нотациях), схема Захмана [12] и развивающая ее модель «3D-предприятие» [13], онтологическая модель Бунге-Ванда-Вебера [14] и др.

2) «Трансляция» статических моделей в динамические (прежде всего, в сети Петри [15, 16]), в качестве примеров коммерческих реализаций можно привести продукты Design/IDEF–Design/CPN, реализующие переход от IDEF0 к сети Петри, а также продукты CPN-AMI и INCOME, реализующие переход от DFD к сети Петри.

3) «Трансляция» моделей простейших видов в более «развитые», в частности, переход от IDEF0 или DFD к смешанному графу [9].

Среди формализованных технологий построения «правильной» модели следует отметить метод нормализации ERD с использованием нормальных форм Кодда [17], заключающейся в преобразовании схемы к наиболее простой 3НФ. Отметим, что на практике схемы 1НФ и 2НФ имеют тенденцию возникать при попытке описать несколько реальных сущностей в одной схеме (заказ и книга, проект и сотрудник). 3НФ является наиболее простым способом представления данных, отражающим здравый смысл. Построив 3НФ, мы фактически выделяем базовые сущности предметной области.

## 6. Методы структурирования/декомпозиции

Базовые принципы структурирования приведены в [6, 7] и кратко сводятся к следующему:

- *Структурирование должно осуществляться в соответствии с деятельностью (группами однотипных БП) и бизнес-процессами предприятия, а не в соответствии с его организационно-штатной структурой.*

- *Верхний уровень модели должен отражать только контекст системы.*

- *На втором уровне модели должны быть отражены основные деятельности предприятия и их взаимосвязи.*

- *Каждая из деятельностей, в свою очередь, должна быть де-*

*тализована на бизнес-процессы (желательно, единственного уровня).*

- *Дальнейшая детализация бизнес-процессов осуществляется посредством бизнес-функций (обычно 2–3 уровня).*

- *Общее число уровней в модели не должно превышать 6–7.*

- *При структурировании данных необходимо выполнять «правило накопителей» (если информационный объект используется единственным БП, то он не должен присутствовать на более высоком уровне, при этом на втором уровне модели вводятся базовые накопители – Сотрудники (данные о сотрудниках), Оборудование, Произведенная продукция и т.п.).*

В предложенном в [18] подходе процесс декомпозиции определяется как случайный процесс, доказывающаяся возможность интерпретации процесса декомпозиции БП моделью ветвящегося процесса Гальтона-Ватсона [19], строится соответствующая вероятностная модель процесса декомпозиции, оценивается ожидаемое количество элементов функциональной модели БП, время проектирования сценариев (вариантов) БП, трудоемкость проектирования, глубина декомпозиции и т.п.

В [20] предложен метод построения модели БП, в котором в качестве необходимого условия разбиения сквозного БП на цепочку взаимодействующих подпроцессов рассматривается смена объекта управления процесса, а в качестве достаточного условия выступает перегруппировка потоков управления, доказано соответствие критериям «правильной» декомпозиции модели бизнес-процесса, разработанным на основе анализа онтологической модели Бунге-Ванда-Вебера.

В [9] введены метрики оценки качества декомпозиции, базирующиеся на общих свойствах «хорошей» системы – сцепление (механизм взаимодействия между компонентами БП) и связность (механизм внутренней структурной организации компоненты), предложено и ранжировано множество типов сцепления и связности (при этом статистические данные пока-

зывают, что более 70% реальных БП соответствуют введенным типам), разработан метод оценки качества, обеспечивающий для любого БП определение типа его сцепления и связности, а также проектирование БП с заданным типом сцепления и связности.

С практической позиции существенную помощь при структурировании БП обеспечивает комплекс методов разработки регламентов и методик БП, предложенный в [21, 22].

## 7. Методы инжиниринга/реинжиниринга

В [23] предложен подход к инжинирингу предприятий на основе применения интеллектуальных технологий. Представлена эволюция этого направления в аспектах реинжиниринга и управления БП с использованием динамических интеллектуальных систем, имитационного моделирования и систем управления знаниями. Показана интеграционная парадигма инжиниринга предприятий, использующая методы стратегического инжиниринга на основе когнитивного и интеллектуального анализа данных, развития сервисно-ориентированных архитектур предприятий с использованием многоагентных технологий и онтологического инжиниринга предприятий.

В [9] предлагается формализованная методология инжиниринга/реинжиниринга, интегрирующим ядром которой является вышеприведенная графовая модель БП. Центральное место в методологии занимает метод проектирования сценариев БП на основе аппарата формальных грамматик БП [24], позволяющий, с одной стороны, расширить число анализируемых сценариев выполнения бизнес-процесса вплоть до их полного перебора, с другой стороны, автоматически отсечь большую часть сценариев, неприемлемых по ряду объективных и субъективных критериев. Соответствующая грамматика является параллельной атрибутной порождающей грамматикой БП и представляет собой следующую упорядоченную девятку объ-

ектов:  $G = (V_N, V_T, V_0, P, A_s, M_s, A_n, M_n, C)$ , где

$V_T$  – множество терминальных символов;

$V_N$  – множество нетерминальных символов;

$V_0 \subseteq V_N$  – множество начальных символов;

$P$  – множество порождающих правил;

$A_s$  – конечное множество синтезируемых атрибутов;

$M_s$  – множество методов синтеза атрибутов;

$A_n$  – конечное множество наследуемых атрибутов;

$M_n$  – множество методов наследования атрибутов;

$C$  – множество символов, определяющих параллелизм.

В [9] доказано, что

– Сценарий БП принадлежит классу регулярных множеств, т.е. является наименьшим из всех классов языков, содержащих множества  $\Omega \{ \epsilon \}$ , {терминальный символ} и замкнутых относительно операций объединения, конкатенации и итерации. Следовательно, он является языком, распознаваемым недетерминированным конечным автоматом (практическим следствием вышесказанного утверждения является возможность осуществлять объединение БП, слияние сценариев их выполнения и т.п., не выходя за границы построенного класса).

– Порождающая его грамматика является правосторонней.

В настоящее время в рамках данного раздела теории БП ведутся работы по формализации свойств «хороших» (согласно [25]) процессов, таких как горизонтальное и вертикальное уплотнение, версияльность и т.д.

## 8. Методы анализа и верификации

Данный раздел включает методы тестирования БП, методы статического анализа потоков данных,

методы динамического анализа на базе сетей Петри, методы функционально-стоимостного анализа и методы оценки качества БП на базе метрик качества программного обеспечения.

В рамках метода тестирования [9, 26] предложена модель потоков данных БП, основанная на отношениях определения и использования информационных объектов при различных масках (определяющих, например, права доступа к данным). Предложенный метод тестирования позволяет:

– обеспечить обнаружение специфических для бизнес-процессов ошибок в потоках данных, связанных с их обработкой под различными масками, обеспечивающими регламенты доступа, не обнаруживаемых другими известными методами тестирования;

– обеспечить выявление всех тех ошибок, обнаружение которых может производиться с помощью традиционных критериев, основанных на анализе графовых моделей объектов.

Метод статического анализа [27] обеспечивает автоматическое обнаружение ошибок в «статической семантике» БП.

Динамический анализ на базе сетей Петри [28] является наиболее развитым направлением в данном разделе теории БП. На практике обычно применяются сложные и развитые сети Петри. Модификации, как правило, касаются следующих трех моментов:

– введение иерархии (иерархические сети Петри);

– определение различий в маркерах, каждый из которых имеет свои уникальные характеристики (цветные/раскрашенные сети Петри);

– введение многоместных (содержащих несколько маркеров) позиций, как последовательных, так и параллельных (сети Петри с многоместными позициями).

Из исследований в данном направлении необходимо отметить работы [15, 29], позволяющие решать ряд дополнительных задач помимо решения традиционных задач в рамках классической теории сетей Петри (достижимость и т.д.).

Методы функционально-стоимостного анализа подробно описаны в [30].

Методы оценки качества БП на базе метрик качества программного обеспечения разработаны магистрантами МФТИ в рамках подготовки магистерских диссертаций. Их идея заключается в формировании комплексного метода оценки на основе объемных и топологических метрик (таких как меры Холстеда [31], цикломатическая мера сложности Мак-Кейба [32], узловая мера [33], меры Хенри-Кафуры [34] и др.) и процедур экспертного оценивания.

## 9. Методы перехода от моделей БП к требованиям по автоматизации БП

Одним из первых методов перехода от моделей БП к требованиям по их автоматизации являлся метод перехода от функциональной модели БП в виде иерархии DFD-диаграмм к структурным картам (моделям этапа проектирования системы автоматизации БП), предложенный в [35]. При этом исследования по оценке качества построенных моделей не проводились.

В [36] предложен метод формирования и анализа требований к системе автоматизации, основанный на модификации вышеприведенного графа БП. При этом исследование модели требований (редуцированного графа) и ее последующая оценка происходит по следующим направлениям: расчет метрик сцепления и связанности, оценка соответствия модели БП, оценка по ряду критериев качества моделирования.

## Литература

1. Миронов А.М. Теория процессов // Переславль-Залесский: Университет г. Переславля, 2008.
2. R.Milner. A Calculus of Communicating Systems // Number 92 in Lecture Notice in Computer Science. Springer Verlag, 1980.
3. C.A.R. Hoare. Communicating Sequential Processes // CACM, 1978, 21(8), p.666–677.
4. C.A.R. Hoare. Communicating Sequential Processes // Prentice Hall, 1985.
5. J.A.Bergstra, J.W. Process Algebra for Synchronous Communication // Information and Control, 1984, 60(1/3), p.109–137.
6. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов // М.: Финансы и статистика, 2006.
7. Калянов Г.Н. Консалтинг: от бизнес-стратегии к корпоративной информационно-управляющей системе // М.: Горячая линия – Телеком, 2011.
8. Куприянов Б.В. Моделирование конвейерных бизнес-процессов // Сборник трудов «Управление большими системами» / М.: 2010, вып. 28, с.230–273.
9. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов // М.: СИНТЕГ, 2000.
10. Gane C. Computer Aided Software Engineering: the Methodologies. N.J.: Prentice Hall, 1990.
11. Hatley D., Pirbhai I. Integrated Structured Analysis and Design. N.Y.: Dorset House, 1987.
12. Zachman J. A. A Framework for Information Systems Architecture // IBM Syst. J., 1987, vol. 26, №3, p. 276–292.
13. Зиндер Е.З. «3D-предприятие» – модель трансформирующейся системы // Директор ИС, 2000, № 4.
14. Wand Y., Weber R., An Ontological Model of an Information System // IEEE Transactions on Software Engineering, 1990, Vol. 16, № 11, p. 1282–1292.
15. Юдицкий С.А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем // М.: СИНТЕГ, 2001.
16. Юдицкий С.А., Владиславлев П.Н. Основы предпроектного анализа организационных систем // М.: СИНТЕГ, 2005.
17. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных // М.: Вильямс, 2006.
18. Циперман Г.Н. Стохастическая модель процесса идентификации сервисов информационной системы // Труды ИСП РАН, 2014, т.26, вып.5, с. 7–28.
19. Ватутин В.А. Ветвящиеся процессы и их применение // М.: МИАН, 2008.
20. Фёдоров И.Г. Методология создания исполняемой модели и системы управления бизнес-процессами // М.: МЭСИ, 2015.
21. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению: моделирование бизнес-процессов // М.: РИА «Стандарты и качество», 2004.
22. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламенты и методики // М.: ИНФРА-М, 2005.
23. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: компонентная методология // М.: Финансы и статистика, 2004.
24. Калянов Г.Н. Формальные методы поддержки реорганизации бизнес-процессов // Экономика, статистика и информатика, 2013, №3, с.161–165.
25. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе // СПб.: С.-Петербургский университет, 1997.
26. Калянов Г.Н. Тестирование информационных потоков // Труды 13-й Российской научно-практической конференции «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления процессами и знаниями». М.: 2010, с. 146–151
27. Калянов Г.Н. Формальные методы инжиниринга и верификации бизнес-процессов // Труды 16-й научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями». М.: 2013, с. 144–149
28. Питерсон Д. Теория сетей Петри и моделирование систем // М.: Мир, 1984.
29. Mendling J., Reijers H., Van der Aalst W. Seven Process Modeling Guidelines // Information and Software Technology, 2010, Vol. 52, № 2, p. 127–136.
30. Ивлев В.А., Попова Т.В. ABC/ABM/ABW – методы и системы // М.: ООО «1С-Паблишинг», 2004.
31. Холстед М.Х. Начала науки о программах // М.: Финансы и статистика, 1981.
32. McCabe T.J. A Complexity Measure // IEEE Transactions on Software Engineering, 1976, Vol. SE-2, № 4, p. 308–320.
33. Woodward M.R. and etc. A Measure of Control Flow Complexity in Program Text // IEEE Transactions on Software Engineering, 1979, Vol. SE-5, № 1, p. 45–50.
34. Henry S., Kafura D. Software Structure Metrics Based on Information Flow // IEEE Transactions on Software Engineering, 1981, Vol. SE-7, № 5, p. 510–518.
35. Гейн К., Сарсон Т. Системный структурный анализ: средства и методы // М.: Эйтекс, 1992.
36. Калянов Г.Н. Системный анализ требований к КИС // Труды 15-й Российской научно-практической конференции «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления знаниями». М.: 2012, с. 96–98.

# Преобразование рекурсивного конвейера общего вида в линейный конвейер

*Рассматривается задача преобразования модели рекурсивного конвейерного процесса общего вида с переменной производительностью и характеризующегося пятеркой параметров в модель с постоянной производительностью. Результирующий процесс характеризуется только начальной фазой и производительностью конвейера.*

**Ключевые слова:** численное моделирование, конвейер, производственное расписание, теория расписаний, рекурсивные функции, APS-системы.

## THE TRANSFORMATION OF THE RECURSIVE CONVEYOR FROM THE GENERAL FORM TO THE LINEAR CONVEYOR

*We consider the problem of converting the model of the recursive conveyor process with a variable performance and characterized by five parameters in the model with a constant performance. The resulting process is characterized by only the initial phase and conveying performance.*

**Keywords:** numerical modeling, conveyor, production schedules, theory schedule, recursive functions, APS system.

### 1. Введение

В теории организации производства и корпоративных информационных системах [1,2] (APS, MES и ERP системы) в качестве математического аппарата описания и планирования производственного процесса применяется теория расписаний. Изначально теория расписаний, по сути, решала задачу оптимального распределения ограниченных ресурсов между независимыми операциями. Однако в производственном процессе для операций всегда определено отношение предшествования. Задачи теории расписаний модифицируются в этом направлении, но у них есть существенный недостаток – большинство алгоритмов решения имеют полиномиальную сложность. Для преодоления проблемы сложности приходится находить квазиоптимальные решения. В свое время были исследованы конвейерные процессы, которые ассоциировались с производственными техно-

логическими линиями серийного, поточного или массового производства и был разработан соответствующий аналитический аппарат. Он позволял вычислять технические характеристики конвейерных процессов и осуществлять оптимизационные преобразования. К основным характеристикам конвейерного процесса относятся его производительность и связанное с ней время выполнения некоторого объема работ. Для описания таких процессов достаточно было использования параллельно-последовательных схем. Недостатком данного подхода является узость класса дискретных процессов, который описывается данной схемой. Учитывая положительные качества конвейерной модели, и для расширения класса описываемых с помощью нее дискретных процессов была предложена модель рекурсивного конвейерного процесса [3,4,5].

Рекурсивный конвейерный процесс представляет собой теоретически бесконечный процесс и

описывается расписанием выполнения операций, в котором время завершения выполнения каждой операции вычисляется с помощью рекурсивной функции вида

$$f_k^n = R(f_{(k-1)}^n, f_k^p, \dots, f_k^q, t_n),$$

где

- $n$  – номер операции конвейера,
- $k$  – номер выполняемого конвейерного цикла,
- $t_n$  – время выполнения операции с номером  $n$ ,
- $f_k^p$  – время завершения выполнения операции  $p$  на  $k$ -м цикле,
- $p \dots q$  – номера операций непосредственно предшествующих операции с номером  $n$ ,
- $R$  – некоторая рекурсивная функция.

Важным отличием такой модели от модели теории расписаний является ее графическое представление. Оно позволяет органично сливать данные модели с моделями бизнес-процессов, которые имеют графическое представление [6].

В статьях [3,4] было описано базовое множество операций та-



**Борис Васильевич Куприянов,**

к.т.н., научный сотрудник

Тел.: (903) 626-86-25

Эл. почта: kupriyanovb@mail.ru

Институт проблем управления РАН

www.ipu.ru

**Boris V. Kupriyanov,**

Ph. D., research fellow

Тел.: (903) 626-86-25

E-mail: kupriyanovb@mail.ru

Institute of control Sciences RAS

www.ipu.ru

кого конвейера и описывающих их рекурсивных функций. Дается формальное описание модели конвейерных процессов. Подробно рассматриваются их свойства. Описывается набор характеристик конвейерных процессов, для описания реальных процессов, анализа и оптимизации. Описанный класс моделей характеризуется тем, что для него можно в статике вычислить основные характеристики: производительность, время выхода процесса в стационарный режим и т.п.

## 2. Модель конвейера

Ниже приводится формальное определение модели рекурсивного конвейерного процесса. Данная модель описывает изменение характеристик конвейерного процесса во времени.

Конвейером является конечный ориентированный связный ациклический граф с несколькими начальными вершинами и одной конечной. Каждая вершина графа отождествляется либо с некоторой производственной операцией конвейера либо с управляющей (спусковой) функцией. Производственные операции характеризуются временем выполнения. Спусковые функции имеют нулевое время выполнения. Пусть  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  – множество вершин графа (операций и спусковых функций),  $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  – множество начальных вершин ( $1 \leq m < n$ ), а  $a_n$  – конечная (или завершающая) вершина. Тип вершины графа определяет вид рекурсивной функции, соответствующей данной вершине графа. Далее эти функции будут подробно описаны.

Исходя из свойств связного ациклического графа каждая вершина графа является завершающей для некоторого связного ациклического подграфа. Поэтому далее мы приведем определения связанные с операциями конвейера, которые одновременно будут относиться к конвейеру, для которого данная операция является завершающей.

**Определение 1.** Номером цикла  $k$  ( $k \geq 0$ ) выполнения операции конвейера назовем порядковый номер экземпляра выполнения операции в процессе функционирования кон-

вейера.

Номер цикла не имеет размерности. С номером цикла конвейера связывается количество произведенных конвейером изделий.

**Определение 2.** Будем считать, что фаза начала  $k$ -го цикла  $a_i$ -ой операции конвейера есть время начала выполнения  $k$ -го цикла  $a_i$ -ой операции конвейера и будет обозначаться как  $h_i^k$ , где  $1 \leq i \leq n$  и  $k \geq 0$ .

**Определение 3.** Будем считать, что фаза окончания (или просто фаза)  $k$ -го цикла  $a_i$ -ой операции конвейера есть время окончания выполнения  $k$ -го цикла  $a_i$ -ой операции конвейера и обозначим ее как  $f_i^k$ , где  $1 \leq i \leq n$  и  $k \geq 0$ .

Между фазами начала и окончания выполнения операции  $a_i$  следующая связь:

$$f_i^k = h_i^k + t_i,$$

где  $t_i$  – время выполнения операции  $a_i$ .

Фазы начала и окончания выполнения операции имеют размерность единицы времени.

**Определение 4.** Интервалом  $k$ -го цикла  $a_i$ -ой операции конвейера  $d_i^k$  (для  $k \geq 1$ ) назовем продолжительность времени между моментами окончаний  $a_i$ -й операции в  $k$ -ом и  $(k-1)$ -ом циклах:

$$d_i^k = f_i^k - f_i^{k-1}.$$

Интервал операции определяет отрезок времени между моментами завершения выполнения операции в соседних циклах и имеет размерность единицы времени. Величина интервала определяет производительность конвейера, а именно является ее обратной величиной

$$P = \frac{c}{d_n^k},$$

где

$P$  – производительность, измеряемая в (шт/ед.времени), а

$c$  – некоторая константа с размерностью в (шт).

В общем случае производительность и интервал, являются зависимыми от  $k$ .

**Определение 5.** Назовем процесс изменения значения характеристик (фазы, интервала) конвейера при изменении номера цикла  $k$  от 0 до  $\infty$  – конвейерным процессом.

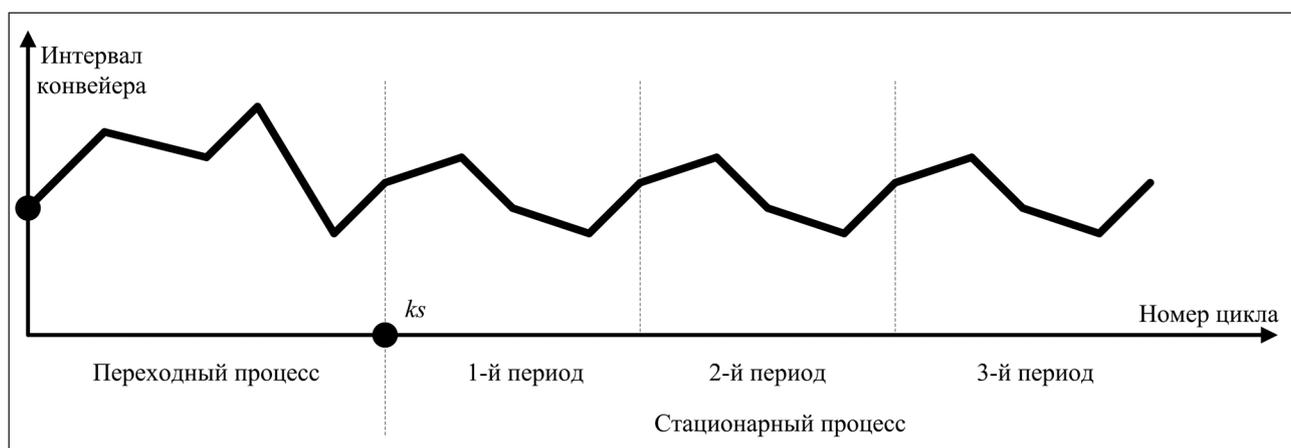


Рис. 1. Общий вид графика изменения интервала конвейерного процесса

**Определение 6.** Назовем конвейерный процесс после некоторого цикла  $ks$  стационарным, если для любого  $k \geq ks$  интервал конвейера  $d_i^k$  является константой или периодической функцией. В противном случае процесс будем называть переходным.

**Свойство.** Конвейерный процесс, в общем случае, сначала является переходным процессом, а потом, начиная с некоторого номера цикла  $ks$  переходит в стационарный. Стационарный процесс, в общем случае, представляет собой колебательный процесс, т.е. описывается периодической функцией как на рис. 1.

Рекурсивный конвейерный процесс  $K_n$  можно описать пятеркой параметров

$$K_n = (f\theta_n, ks_n, fs_n, D_n, T_n),$$

где

- $n$  – номер операции;
- $f\theta_n$  – фаза нулевого цикла операции ( $f\theta_n \geq 0$ );
- $ks_n$  – номер цикла начала стационарного процесса ( $ks_n \geq 0$ );
- $fs_n$  – фаза начала стационарного процесса ( $fs_n \geq 0$ );
- $D_n$  – амплитуда колебаний интервала операции, которая определяется как сумма интервалов в периоде ( $D_n \geq 0$ );
- $T_n$  – период колебаний интервала операции ( $T_n \geq 1$ ).

Все величины являются константами, характеризующими данный конвейерный процесс. Все параметры, кроме фазы нулевого цикла операции, характеризуют стационарный конвейерный процесс.

В зависимости от наличия или отсутствия переходного процесса и колебаний в стационарном режиме в [1] конвейеры разбиваются на следующие классы:

- Конвейер с наличием переходного процесса и стационарных колебаний – класс 11.
- Конвейер с наличием переходного процесса и отсутствием стационарных колебаний – класс 10.
- Конвейер с отсутствием переходного процесса и наличием стационарных колебаний – класс 01.
- Конвейер с отсутствием переходного процесса и отсутствием стационарных колебаний – класс 00.

На практике, использование конвейеров не класса 00 сопряжено со сложностями. Если в конвейер встроен человек в качестве исполнителя операции, то сложно представить его функционирование в режиме переменной нагрузки. Но и в режиме полной автоматизации работа многих технических средств, например транспортеров, тоже плохо сочетается с переменной нагрузкой. Еще хуже дело обстоит в том случае, когда речь идет об вычислительном конвейере [7,8,9] в контурах управления. Наличие переходного процесса и колебания интервала создает сложности и при анализе процесса. Наконец, можно показать, что наличие переходного процесса и колебаний свидетельствует о плохой балансировке конвейера, однако этот вопрос будет рассмотрен отдельно. В этой связи возникает задача преобразования конвейера общего вида класса 11, т.е. с переходным процессом и ко-

лебаниями в стационарном режиме в конвейер с отсутствием оных класса 00. Интервал конвейера класса 00 является величиной постоянной, а фаза изменяется по линейному закону как на рис 2.

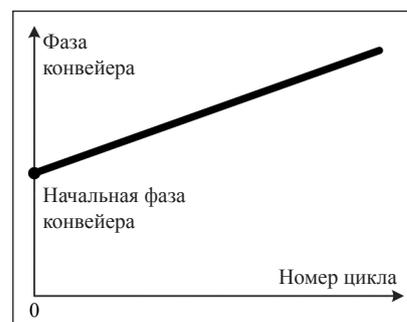


Рис. 2. График изменения фазы конвейера класса 00

Такой конвейер описывается набором

$$L_n = (f\theta_n, d_n),$$

где

- $n$  – номер завершающей операции конвейера;
- $f\theta_n$  – фаза нулевого цикла конвейера ( $f\theta_n \geq 0$ );
- $d_n$  – интервал конвейера ( $d_n \geq 0$ ).

Далее показано, что такое преобразование всегда возможно, но приводит, в общем случае, к снижению производительности конвейера.

### 3. Описание конвейерных процессов с помощью рекурсивных функций

В данном разделе будут описаны типы операций и связанное с ними рекурсивное определение временных процессов. Каждая операция представлена с входной ду-

гой, если она есть (т.е. вершина не начальная) и выходной (даже если вершина конечная). С каждой входной дугой связано значение фазы предшествующей операции, если дуга выходная, то значение фазы данной операции. Значение фазы определяется для некоторого  $k$ -го цикла выполнения операции. Предполагается, что конвейер начинает функционирование в момент времени равный нулю.

### 3.1. Простая операция

Простая операция  $a_i$  ассоциируется с некоторой производственной операцией реального конвейера и характеризуется временем выполнения  $t_i$ , которое является постоянным.



Рекурсивные формулы для вычисления фазы операции выглядят следующим образом

$$f_i^0 = t_i \text{ для } (1 \leq i \leq m),$$

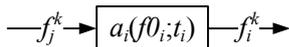
$$f_i^k = f_i^{k-1} + t_i \text{ для } (1 \leq i \leq m, k \geq 1),$$

$$f_i^0 = f_j^0 + t_i \text{ для } (i > m),$$

$$f_i^k = \max(f_j^k, f_i^{k-1}) + t_i \text{ для } (i > m, k \geq 1).$$

### 3.2. Линейный конвейер

Линейный конвейер отличается от простой операции тем, что у него задается фаза нулевого цикла  $f_0^i$ .



Положим, что  $f_0^i \geq t_i$ . Это неравенство отражает тот факт, что на практике начальная фаза не бывает меньше продолжительности операции.

Значение фазы вычисляется по следующим формулам

$$f_i^0 = F_i \text{ для } (1 \leq i \leq m),$$

$$f_i^k = f_i^{k-1} + t_i \text{ для } (1 \leq i \leq m \text{ и } k \geq 1),$$

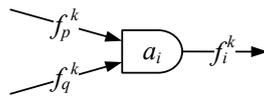
$$f_i^0 = f_j^0 + F_i \text{ для } (i > m),$$

$$f_i^k = \max(f_j^k, f_i^{k-1}) + t_i \text{ для } (i > m, k \geq 1).$$

### 3.3. Спусковая функция – логическое and

Данная спусковая функция запускает выполнение  $k$ -го цикла следующей за ней операции после

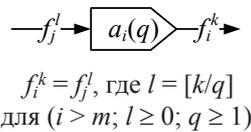
того как завершится выполнение  $k$ -го цикла обеих операций, предшествующих данной функции.



$$f_i^k = \max(f_p^k, f_q^k) \text{ для } (i > m \text{ и } k \geq 0).$$

### 3.4. Спусковая функция повторения операций mul

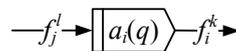
Данная спусковая функция осуществляет многократный запуск следующей за ней операции на однократное завершение предшествующей операции. Количество запусков указывается в функции и является константой равной  $q$ .



$$f_i^k = f_j^l, \text{ где } l = [k/q] \text{ для } (i > m; l \geq 0; q \geq 1).$$

### 3.5. Редукция повторения операций div

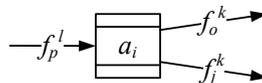
Данная спусковая функция - обратная к предыдущей. Она запускает выполнение последующей за ней операции после нескольких выполнений предшествующей. Количество выполнений является константой  $q$ , указанной в функции.



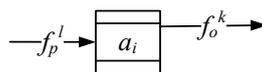
$$f_i^k = f_j^l, \text{ где } l = (k + 1) * q - 1 \text{ для } (i > m; k, l \geq 0; q \geq 1).$$

### 3.6. Функция раздачи get

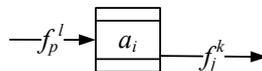
Данная функция по четным циклам запускает верхнюю операцию  $i$ , а по нечетным операцию  $j$ . Функция имитирует раздачу на две операции с одного потока.



Данную функцию удобно представить в виде двух.



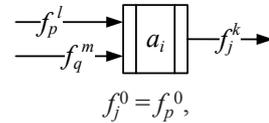
$$f_o^k = f_p^l, \text{ где } l = 2 * k \text{ для } (i > m; k \geq 0),$$



$$f_j^k = f_p^l, \text{ где } l = 2 * k + 1 \text{ для } (i > m; k \geq 0),$$

### 3.7. Функция приема put

Функция приема является обратной к функции раздачи. Она сливает два потока в один, принимая управление то с верхнего потока, то с нижнего. Данная функция имитирует прием на одну операцию с двух потоков.



$$f_j^0 = f_p^0,$$

для  $k = 1, 3, 5, \dots$  фаза

$$f_j^k = \max(f_j^{k-1}, f_q^m), \text{ где } m = (k - 1) / 2,$$

для  $k = 2, 4, \dots$  фаза

$$f_j^k = \max(f_j^{k-1}, f_p^l), \text{ где } l = k / 2.$$

**Определение 7.** Будем называть словом *операция* простую операцию или линейный конвейер. Остальные объекты будут относиться к классу спусковые функции.

Функционирование конвейера во времени можно однозначно представить в виде диаграммы [3] в системе координат: номер цикла (абсцисса) и значение фазы (ордината). Экземпляр выполнения некоторой операции изображается вертикальным вектором с координатами: начало вектора – (номер цикла, значение времени начала выполнения операции) и конец вектора – (номер цикла, значение времени окончания выполнения операции). Далее будут приведены примеры диаграмм.

## 4. Описание метода перевода конвейера из класса 11 в класс 00

Метод состоит из двух этапов. На первом этапе покажем, что все операции, которые могут быть начальными, имеют постоянный интервал и изменяют фазу по линейному закону. Далее переходя от начальных операций к последующим за ними и считая, что у предшествующего данной операции конвейера интервал постоянный, изменим характеристики текущей операции так, чтобы ее интервал оставался постоянным.

Начальными операциями могут быть только: простая операция и линейный конвейер. Т.к. операция

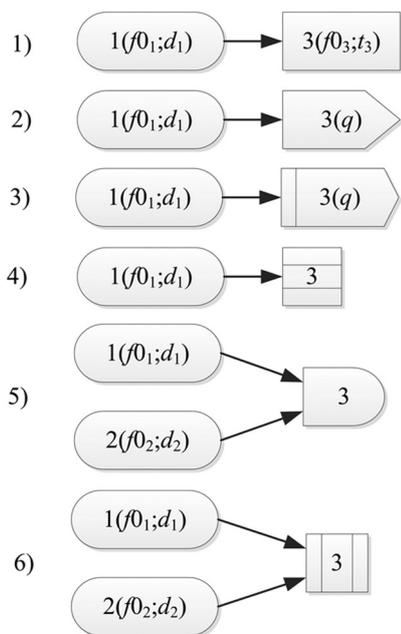


Рис. 3. Варианты сочетания операции и предшествующих ей конвейеров

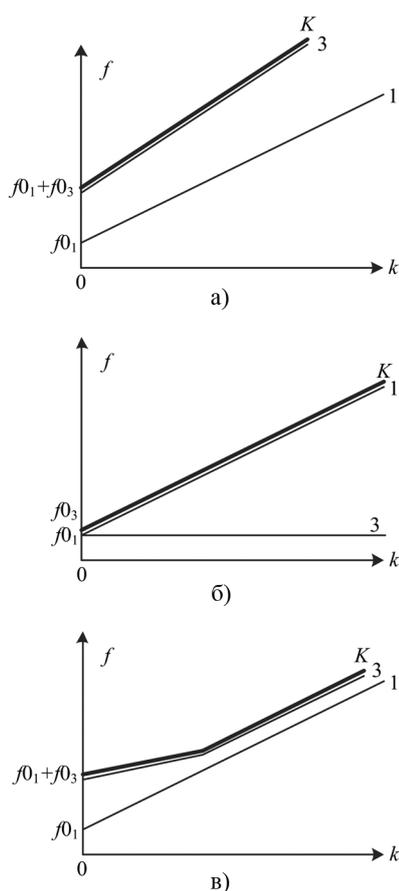


Рис. 4. Возможные графики изменения фаз для варианта 1

является частным случаем линейного конвейера, то мы в данном случае и везде в дальнейшем в статье будем рассматривать только линейный конвейер. Чтобы до-

казать линейность фазы рассмотрим конвейер состоящий из одной операции – линейного конвейера  $i$  ( $1 \leq i \leq m$ ).

$$i(f_0_i; t_i)$$

где  $f_0_i \geq t_i$ .

Вычислим интервал конвейера для произвольного  $k \geq 1$ .

$$d_i^k = f_i^k - f_i^{k-1} = (f_i^{k-1} + t_i) - f_i^{k-1} = t_i.$$

В данном случае интервал величина постоянная и конвейер, состоящий из одной операции: простой операции или линейного конвейера, характеризуется фазой меняющейся по линейному закону.

На втором шаге, в соответствии с методом, предположим, что все конвейеры предшествующие текущей операции  $i$  ( $m < i \leq n$ ) обработаны и характеризуются постоянными интервалами. Конвейеры предшествующие текущей операции графически будем обозначать в виде следующей фигуры

$$i(f_0_i; d_i)$$

где  $i$  номер операции, завершающей данный конвейер, который характеризуется начальной фазой  $f_0_i$  и постоянным интервалом  $d_i$ . Фаза такого конвейера меняется линейно.

Рассмотрим все возможные варианты конвейера, состоящего из одного или двух данных конвейеров с добавлением третьей операции. Возможные варианты представлены на рис. 3.

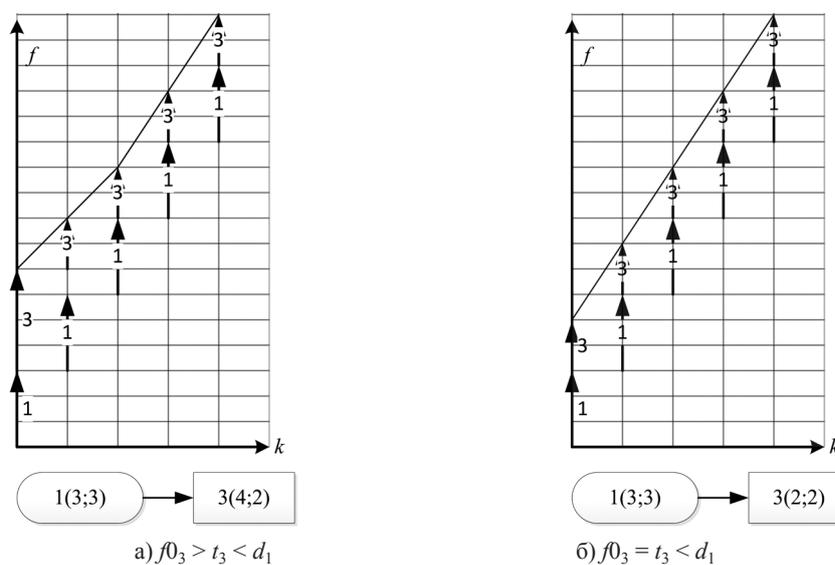


Рис. 5. Примеры диаграмм линейного конвейера для случая  $t_3 < d_1$

Во всех вариантах считаем, что интервалы конвейеров 1 и 2 постоянны и фазы изменяются по линейному закону. Рассмотрим варианты по порядку.

**Вариант 1.** Конвейер 1 предшествует линейному конвейеру 3.

$$1(f_0_1; d_1) \rightarrow 3(f_0_3; t_3)$$

Если отобразить графики фаз конвейера 1 и линейного конвейера 3, то возможны три варианта, представленные на рис. 4.

Прямые 1 и 3 характеризуют изменения фаз конвейера 1 и линейного конвейера 3. График изменения фазы итогового конвейера  $K$ , в соответствии с рекурсивным определением линейного конвейера, есть максимальное значение фаз 1 и 3, и показан утолщенной линией. Из анализа графиков видно, что линейность фазы конвейера  $K$  сохраняется в том случае, когда интервал линейного конвейера 3 больше чем конвейера 1 (вариант а) или, когда он меньше, но точка пересечения фаз 1 и 3 совпадает с ординатой  $f$  (вариант б). В противном случае (вариант в) фаза конвейера изменяется по ломаной прямой. На рис. 5 приведены примеры диаграмм для случая, когда  $t_3 < d_1$ .

В данном случае только в варианте б) сохраняется линейность фазы.

Рассмотрим аналогичные варианты диаграмм для случая  $t_3 \geq d_1$  на рис. 6. В данном случае линейность сохраняется в вариантах а) и б).

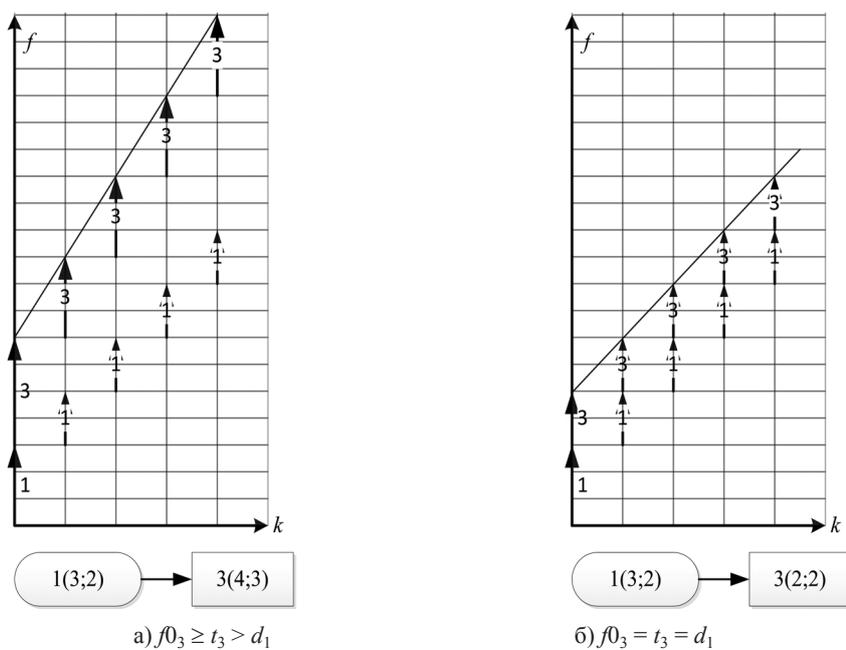


Рис. 6. Примеры диаграмм линейного конвейера для случая  $t_3 \geq d_1$

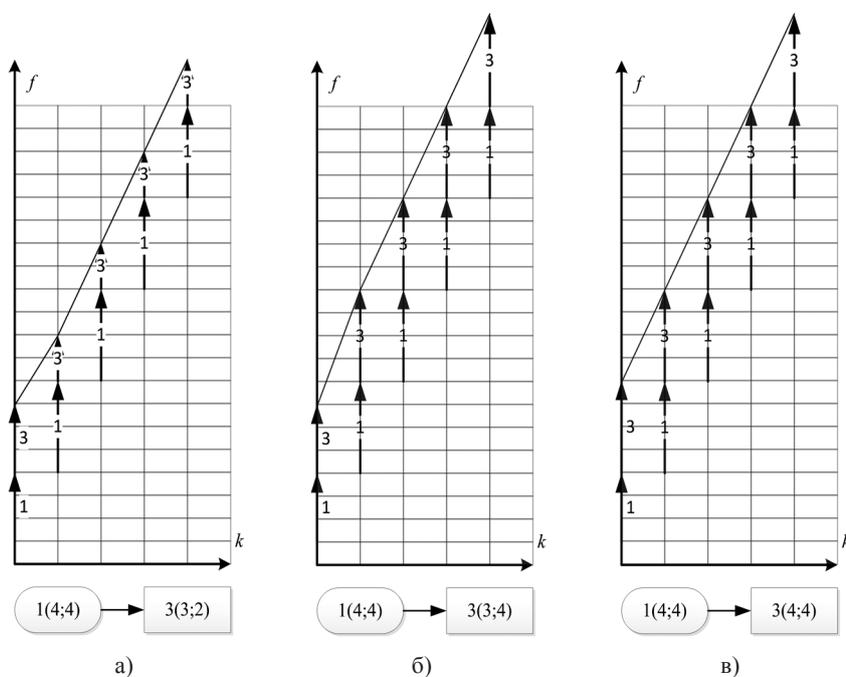


Рис. 7. Пример преобразования линейного конвейера

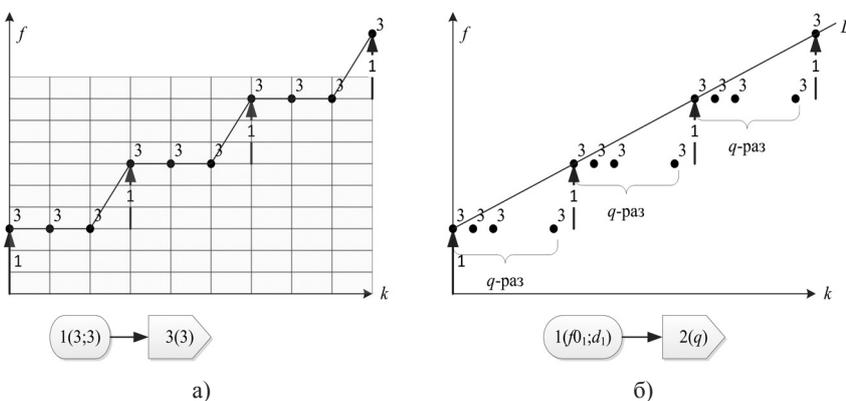


Рис. 8. Примеры диаграмм частного и общего вида функции мультиплицирования

Окончательно условия линейности можно представить следующими неравенствами:

$$f0_3 \geq t_3 \geq d_1 \text{ или } f0_3 = t_3 < d_1.$$

Нелинейность возникает только при одном условии, когда

$$f0_3 > t_3 < d_1.$$

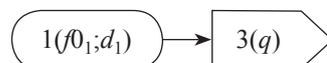
В связи с тем, что для сохранения линейности конвейера мы можем менять значения параметров конвейера 3 и только в сторону увеличения, для сохранения линейности фазы необходимо осуществить следующие преобразования:

необходимо увеличить  $t_3$  до  $t_3 = d_1$  и если  $f0_3 < d_1$  увеличить  $f0_3$  до  $f0_3 = d_1$ .

На рис. 7 приведен пример (вариант а) нарушения линейности фазы, преобразования длительности выполнения линейного конвейера 3 (вариант б) и его начальной фазы (вариант в).

Только в последнем варианте восстанавливается линейность фазы.

**Вариант 2.** Конвейер 1 предшествует спусковой функции мультиплицирования.



В статье [3] показано, что интервал функции мультиплицирования всегда является периодической функцией. На Рис. 8 показаны два возможных варианта изменения фазы на примерах конвейеров.

Спусковая функция мультиплицирования имеет нулевое время выполнения и поэтому на диаграмме ее вектор выполнения вырождается в точку. Вариант а) соответствует конкретному примеру конвейера, а в варианте б) отображен общий

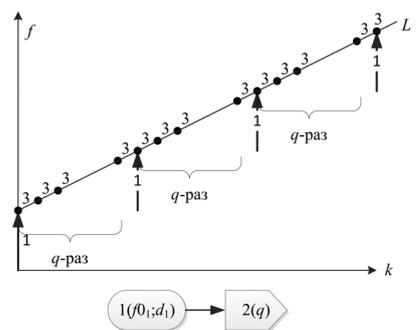


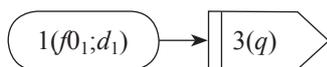
Рис. 9. Пример графика фазы линейризованного конвейера с операцией мультиплицирования

случай для произвольного  $q$ . В варианте б) прямая L соответствует той прямой изменения фазы, которая должна быть на выходе конвейера 3. Исходя из этого получаем характеристики конвейера 3.

$$\begin{cases} f_0_3 = f_0_1 \\ d_3 = d_1 / q. \end{cases}$$

При таком преобразовании, точки значений фаз будут лежать на прямой как это показано на рис. 9.

**Вариант 3.** Конвейер 1 предшествует спусковой функции редукции.



Как и в предыдущих случаях проведем анализ на примере конвейера и его диаграммы на рис. 10.

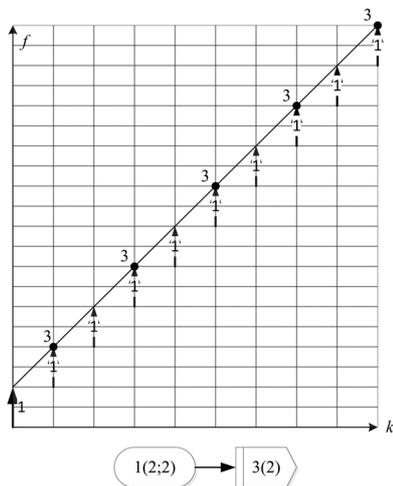
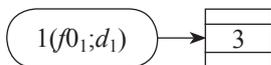


Рис. 10. Пример диаграммы конвейера с функцией редукции

Из примера видно, что линейность конвейера 1 является достаточным условием для линейности конвейера 3, т.к. точки графика фазы конвейера 3 по определению лежат на графике фазы конвейера 1. Характеристики конвейера 3 вычисляются следующим образом

$$\begin{cases} f_0_3 = f_0_1 + d_1 \cdot (q - 1) \\ d_3 = d_1 \cdot q. \end{cases}$$

**Вариант 4.** Конвейер 1 предшествует функции раздачи.



Функция раздачи имеет два выхода и предшествует двум конвейерам. Обе фазы функции раздачи

имеют линейный вид, если конвейер 1 линейный, т.е. линейность фазы конвейера 1 является достаточным условием линейности обоих выходов конвейера 3. Это видно и из рекурсивного определения функции и на обобщении примера на рис. 11.

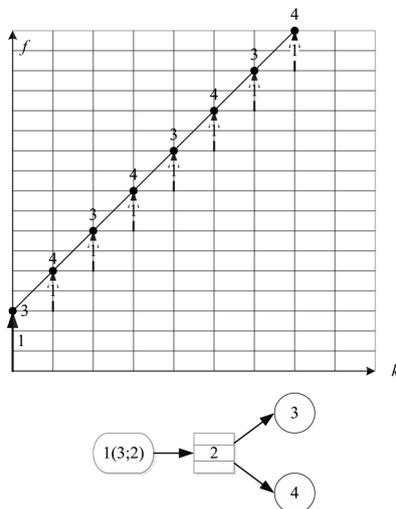
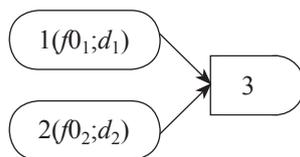


Рис. 11. Пример диаграммы конвейера с функцией раздачи

В данном примере операции 3 и 4 являются пустыми, т.е. имеют нулевую начальную фазу и интервал.

**Вариант 5.** Спусковой функции *and* предшествуют два конвейера 1 и 2 с линейно изменяющимися фазами.



Возможные варианты соотношения графиков фаз представлены на рис. 12.

Остальные варианты получают симметричной заменой индексов 1 и 2.

В соответствии с рекурсивным определением функции *and* в варианте а) фаза функции *and* будет меняться так, как она показана на графике жирной линией, т.е. оставаться линейной. В случае варианта б) график фазы функции *and* является ломаной прямой. Следовательно, задача линеаризации фазы сводится к допустимым преобразованиям условий б) к условиям а). Сделать это можно двумя способами представленными на рис. 13.

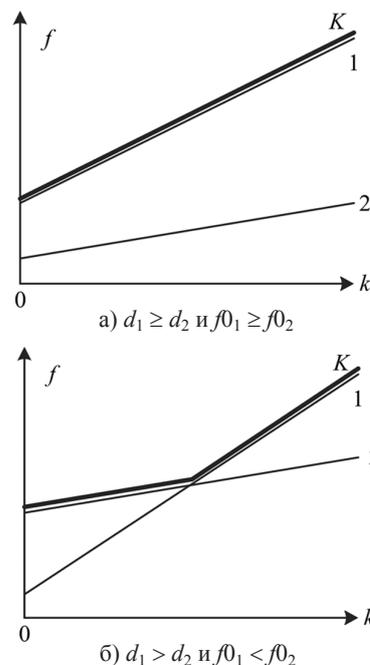


Рис. 12. Основные варианты графиков фаз функции *and*

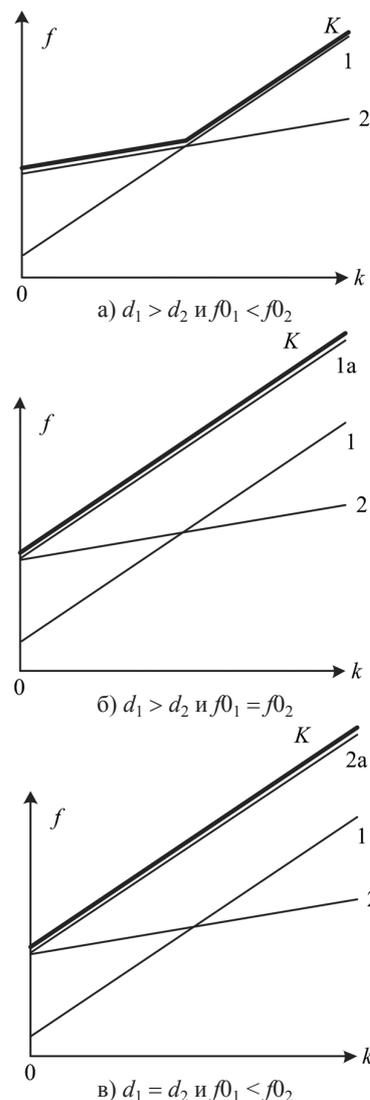


Рис. 13. Способы преобразования функции *and*

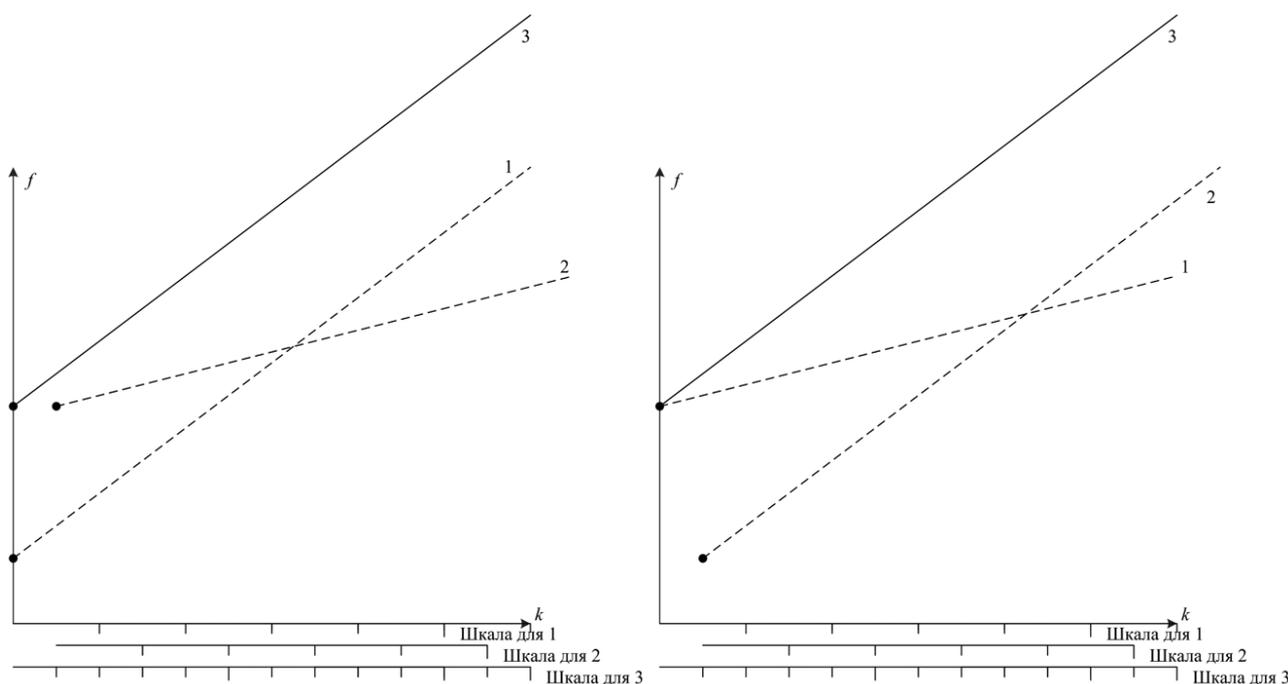
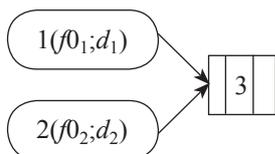


Рис. 14. Основные виды графиков фаз функции приема

Если а) исходное значение, то б) достигается путем увеличения значения фазы конвейера 1, а в) путем увеличения интервала конвейера 2. Итог будет один и тот же и вычисляется он с помощью рекурсивных функций

$$\begin{cases} f_3 = \max(f_1, f_2), \\ d_3 = \max(d_1, d_2). \end{cases}$$

**Вариант 6.** Спусковой функции приема предшествуют конвейер 1 и конвейер 2.



Рассмотрим возможные варианты на рис. 14 изменения фаз с учетом того, что входные фазы линейные.

Внизу диаграммы введены деления для всех конвейеров, т.к. они имеют разное начало отсчета и разные периоды. Рекурсивное определение функции приема аналогично функции *and*, и определение линейного конвейера будет аналогичным

$$\begin{cases} f_3 = \max(f_1, f_2), \\ d_3 = \max(d_1, d_2). \end{cases}$$

В итоге рассмотрены все возможные варианты такие, что осуществляя на каждом шаге анализ исходного конвейера и изменяя характеристики текущих операций в соответствии с описанными правилами возможен переход от конвейера класса 11 к классу 00. В данном случае конвейер характеризуется двумя параметрами:  $(f_0, d)$  – начальной фазой и интервалом. Обе величины являются константами. Время выполнения  $k$  – раз  $i$ -й операции конвейера вычисляется по формуле

$$f_i = f_0 + (k - 1) \cdot d_i.$$

Данные преобразования как было видно в описанных вариантах, в общем случае, приводят к снижению производительности конвейера. Задача оптимизации конвейера является отдельной задачей и в данной статье не рассматривается.

### Заключение

В заключении следует отметить, что линейризация рекурсивного конвейера общего вида не означает сведение его к классическому конвейеру. Это легко продемонстрировать примером рекурсивного конвейера, который не может быть описан как классический. С другой стороны, очевидно, что линейризованный конвейер полностью сохраняет структуру исходного конвейера. Меняются только характеристики операций и функций. В данной статье не приводятся вычисления величины потери производительности, в виде абсолютной величины или в виде процента. Это достаточно простая задача. С другой стороны они могут быть компенсированы полностью или частично путем оптимизации структуры конвейера и его балансировки. На практике это означает такой подбор исполнительных механизмов, при проектировании конвейера, при котором будут оптимизированы наиболее важные показатели.

## Литература

1. Загидуллин Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 372 с. – ISBN 978-5-94178-272-7.
2. Высочин С.В., Пителинский К.В., Смирнов Ю.Н. Принципы построения систем для расчета производственных расписаний (рус.) // САПР и графика : журнал. – М.: Компьютер Пресс, 2008. – № 9. – С. 57–59. – ISSN 1560-4640.
3. Куприянов Б.В. Рекурсивные конвейерные процессы – основные свойства и характеристики. Вестник УМО «Экономика, статистика и информатика». № 1. 2015.
4. Куприянов Б. В. Моделирование конвейерных бизнес-процессов. Сборник трудов «Управление большими системами», вып. 28, 2010, 230–273.
5. Куприянов Б.В. Применение модели конвейерных процессов рекурсивного типа для решения прикладных задач. Вестник УМО «Экономика, статистика и информатика». № 6. 2014.
6. Калянов Г.Н. Формальные методы теории бизнес-процессов // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2015, №11, том 1, с.628–632.
7. Воеводин В.В. Математическая модель конвейерных вычислений. М.: 1982. С.34.
8. Штейнберг Р.Б. Автоматическое отображение программ на конвейерные и многоконвейерные архитектуры. ДКФМН. 05.13.11. М. 2012.
9. Лысаков К.Ф. Исследование методов реализации алгоритмов обработки больших потоков данных за счет конвейерного распараллеливания. ДКТН. 05.13.18. М. 2009.

# Концептуальная оценка качества информации, циркулирующей в организационно-технических системах

*В статье рассматривается подход к оценке качества информации, получаемой в процессе преобразования исходной информации, полученной по сигналам управления в организационно-технических системах, в управляющие решения, составляющие содержание процесса управления. Сущность подхода заключается в том, качество информации предлагается оценивать по ее количественной характеристике (относительного количества синтаксического, семантического и прагматического видов информации, находящихся во взаимосвязях и взаимоотношениях).*

**Ключевые слова:** теория информации, виды информации, методы оценки качества информации.

## THE CONCEPTUAL QUALITY EVALUATION OF THE INFORMATION CIRCULATING IN TECHNICAL-ORGANIZATIONAL SYSTEMS

*The article discusses the approach to assessing the quality of the information obtained in the process of transformation of the initial information received by control signals in the organizational and technical systems, control solutions, make up the content management process. The essence of the approach is to assess the quality of the information offered on its quantitative characteristics (the relative amount of syntactic, semantic and pragmatic information types are in relationships and relationships).*

**Keywords:** information theory, types of information, methods for assessing the quality of information.

### 1. Введение

Управление в организационных и технических системах и информация тесно связаны между собой. Управление представляет собой процесс упорядочения управляемых объектов, а информирование в организационно-технической системе это процесс упорядочения отражения знаний. Действительно, центральное место в процессе управления (на любом уровне) занимает событие выбора лицом, принимающим решение (ЛПР) действия из некоторого множества возможных вариантов действий с их специфическими исходами. Выбор ограничивает неопределенность поведения исполнителя (активного элемента системы управления), так как он обусловлен появлением информации. Вырабатывая информацию, система управления противостоит тенденции к возрастанию энтропии. Поскольку акт управления является целе-

направленным (например, на увеличение коэффициента готовности технической системы), то он является актом принятия решения.

Известно, что постоянное увеличение объемов передаваемой информации в организационных системах не приводит к такому же росту качества управления, а зачастую приводит к его снижению. Это объясняется отсутствием необходимого условия – мотивации для восприятия (усвоения сущности) информации приемником (исполнителем), а также достаточного условия – схождения (в пределе, совпадения) целей источника информации (руководителя) и приемника (исполнителя). Таким образом, возникает проблема единства понимания сигналов управления источником и потребителем на уровне символов.

Преобразование исходной информации, полученной по сигналам управления, в управляющие решения и составляет содержание

процесса управления. При этом очень важным является решение задачи оценки качества информации, циркулирующей в организационно-технических системах.

Различают четыре основных составляющих (аспекта) информации: синтаксический (статистический, энтропийный), семантический (тезаурусный), прагматический (статистический, целевой) и машинный (структурный).

Последний аспект – структурный связан с преобразованием информации в машинную форму, то есть с проблемами хранения, реструктуризации и извлечения информации, что является чрезвычайно важным при переходе от банков данных к базам знаний, так как он позволяет на логическом уровне определять структуру информационной базы. В то же время при структурном анализе преобразования информации не учитываются аналитические и прагматические аспекты, так как



**Геннадий Александрович Беркетов,**  
к.т.н., профессор  
Российский экономический  
университет им. Г.В. Плеханова  
Тел.: 8 (495) 442-61-11  
Эл. почта: GABerketov@mesi.ru

**Gennady A. Berketov,**  
PhD in Technical Sciences, Professor  
Plekhanov Russian University  
Tel.: 8 (495) 442-61-11  
E-mail: GABerketov@mesi.ru



**Андрей Александрович Микрюков,**  
к.т.н., доцент  
Российский экономический  
университет им. Г.В. Плеханова  
Тел.: 8 (495) 442-61-11  
Эл. почта: AMikrukov@mesi.ru

**Andrey A. Mikrukov,**  
PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor  
Plekhanov Russian University  
Tel.: 8 (495) 442-61-11,  
E-mail: AMikrukov@mesi.ru

обработка информации происходит по «машинным законам», вне зависимости от ее смыслового содержания. Поэтому, решение данной задачи выходит за пределы рассматриваемой проблемы.

Для оценки качества получаемой информации предлагается оценивать количественную характеристику качества информации по содержанию составляющей, необходимой для превращения ее в целевое действие, то есть предлагается оценивать относительные количества синтаксического, семантического и прагматического видов информации, находящихся во взаимосвязях и взаимоотношениях.

## 2. Решение задачи

Появление синтаксической информации связано с преобразованием (обработкой) данных, когда они превращаются в информацию. Основными видами обработки данных при этом являются помехоустойчивое кодирование, шифрация и внесение других видов информационной избыточности, в том числе, позволяющей максимально использовать тезаурус потребителя информации, а значит повысить количество семантической информации, содержащейся в синтаксической информации.

При рассмотрении синтаксического вида информации учитывается не столько сущность собственно информации, сколько ее материального носителя. Это объясняет вероятностную трактовку синтаксической информации. При рассмотрении синтаксической информации объектом исследования является ее структура и виды сигналов ее представления. При этом под сигналом понимается сообщение о любом

изменении начального состояния объекта, которое может вызвать реакцию человека или прибора. Слово «может» подчеркивает, что эту реакцию вызывает не вся синтаксическая информация, а ее прагматическая часть.

Энтропийный подход, являющийся важной составной частью теории информации, которая занимается изучением количества информации в сообщениях безотносительно их конкретного содержания, так как процесс формализации и автоматизации обработки информации (передачи, хранения, переработки) не предусматривает изменение содержания сообщений – семантики.

Поэтому, учет синтаксической информации, используемый в теории передачи информации, является необходимым, но недостаточным условием для корректной оценки качества передаваемой информации в форме знаний, а затем и превращении их в действие.

При построении моделей информационных отношений принято выделять три уровня: концептуальный, логический и физический.

Физический уровень связан со способом реализации информационной модели в техническом устройстве и не имеет отношения к рассматриваемой задаче.

На логическом уровне (формализация информационной модели) решается задача определения аналитического описания каждой из составляющих информации и их отношений.

На концептуальном уровне (описание содержания и структуры предметной области) достаточно рассмотреть бинарные отношения между синтаксической, прагматической и семантической информациями, которые являются частично упорядоченными парами. Иллюстрацию

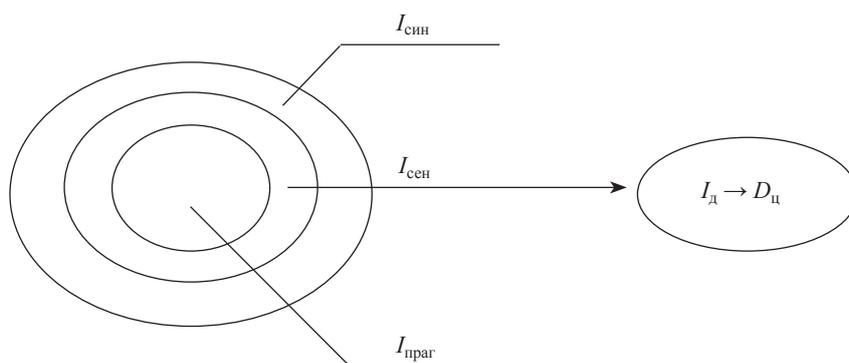


Рис. 1. Отношения доминирования основных составляющих информации



**Анатолий Иванович Полоус,**  
к.т.н., доцент  
Российский экономический  
университет им. Г.В. Плеханова  
Тел.: 8 (495) 442-61-11  
Эл. почта: APolous@mesi.ru

**Anatolij I. Polous,**  
PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor  
Plekhanov Russian University  
Tel.: 8 (495) 442-61-11,  
E-mail: APolous@mesi.ru

отношений доминирования разных составляющих информации можно представить графически на плоскости (рис. 1), но плоское представление не является конструктивным, так как не позволяет задавать качество информации. Пространственное представление (рис. 2) позволяет решить проблему, по меньшей мере, на концептуальном уровне.

В терминах теории множеств информацией об образе в разных аспектах информации ( $I_1 = I_{\text{син}}$ ,  $I_2 = I_{\text{сем}}$ ,  $I_3 = I_{\text{праг}}$ ,  $I_4 = I_{\text{дейс}}$ ) являются разные совокупности характеристик объекта, множества которых не являются собственными подмножествами друг для друга.

$$I_{\text{син}} \supseteq I_{\text{сем}} \supseteq I_{\text{праг}} \supseteq (I_{\text{д}} \leftrightarrow D_{\text{ц}}) \quad (1)$$

В выражении (1) целевая составляющая информации  $I_{\text{д}}$ , воплощаемая в действие  $D_{\text{ц}}$  (целое или часть прагматической информации  $I_{\text{праг}}$ ), является энергетической составляющей информации, так как она непосредственно воздействует на объект, и является той ее частью, которая, по словам Вернадского, «начинает воздействовать на костную материю».

Из рис. 1 следует, что повышение качества информации соответствует максимальному сближению (совпадению) трех окружностей.

Трехмерное пространство бинарных отношений между синтаксической, прагматической и семантической информацией в форме прямоугольного параллелепипеда (рис. 2) позволяет ввести понятие качества информации на концептуальном уровне. Такое совместное представление аспектов информации в виде «информационного параллелепипеда», образованного тремя координатами  $I_{\text{син}}$ ,  $I_{\text{сем}}$ ,  $I_{\text{праг}}$  становится достаточно конструктивным, так как качество информации можно оценивать мерой близости информационного параллелепипеда к кубу по форме при условии со-

хранения равенства объемов этих фигур  $V_{\text{пар}} = V_{\text{куб}}$ . В такой трактовке качество информации будет повышаться по мере приближения прямоугольного параллелепипеда к кубу по форме (рис. 2) при условии  $V_{\text{пар}} = V_{\text{куб}}$ , где  $V_{\text{пар}} = I_{\text{син}} \cdot I_{\text{сем}} \cdot I_{\text{праг}}$ ;  $V_{\text{куб}} = I_{\text{син}}^3 = I_{\text{сем}}^3 = I_{\text{праг}}^3$ .

Из рис. 2 следует, что, чем ближе форма информационного параллелепипеда с ребрами  $I_{\text{син}} \leq I_{\text{праг}} \leq I_{\text{сем}}$  (при  $V_{\text{прям}} = V_{\text{куб}}$ ) к кубу, ( $I_{\text{син}} = I_{\text{праг}} = I_{\text{сем}}$ ), тем выше качество  $K(I)$  информации в том смысле, что в синтаксической информации содержится максимально возможная часть прагматической информации, непосредственно используемой потребителем для совершения целевого действия.

Таким образом, качество информации максимально,  $K(I) \rightarrow K(I)_{\text{max}}$ , при условии  $(\Delta_{\Sigma} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) \rightarrow 0$ , где  $\Delta_1 = I_1 - I_2$ ;  $\Delta_2 = I_2 - I_3$ ;  $\Delta_3 = I_3 - I_{\text{д}}$ , так как в этом случае семантическая (смысловая) составляющая занимает большую часть синтаксической информации (в пределе равна ей), а прагматическая (целевая) составляющая – семантической информации (в пределе равна ей).

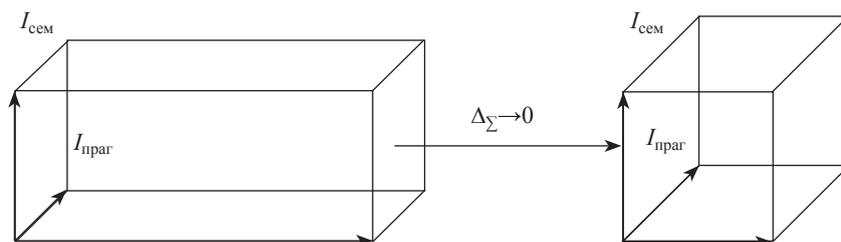
Тогда, критерием качества  $K(I)$  информации на концептуальном уровне может служить своеобразный «коэффициент полезного действия информации», задаваемый минимизацией суммы  $\Delta_{\Sigma}$  попарных разностей  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ , путем варьирования количественных значений составляющих информации  $I_{\text{син}}$ ,  $I_{\text{сем}}$ ,  $I_{\text{праг}}$

$$K_{\text{max}}(I) \rightarrow \text{Min} \Delta = \text{Min}(\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3), \quad (2)$$

$I_1 \leq I_2 \leq I_3$      $I_1 \leq I_2 \leq I_3$

где:  $\Delta_1 = \Delta_{\text{син}} = I_{\text{син}} - I_{\text{сем}} = I_1 - I_2$ ;  
 $\Delta_2 = \Delta_{\text{сем}} = I_{\text{сем}} - I_{\text{праг}} = I_2 - I_3$ ;  
 $\Delta_3 = \Delta_{\text{праг}} = I_{\text{праг}} - I_{\text{дейс}} = I_3 - I_{\text{д}}$ .

Все слагаемые в (2) в соответствии с физической интерпретацией не равны нулю и положительны. Как известно, количество инфор-



**Рис.2.** Пространственное представления отношений доминирования основных составляющих информации

мации может быть нулевым только при бессмысленных сообщениях (типа белого шума) [1]. Из выражения (2) видно, что чем больше в структурной части ( $I_{\text{син}}$ ) информации, передаваемой от источника  $A$  к потребителю  $B$ , знаний ( $I_{\text{сем}}$ ), а в знаниях – прагматической ( $I_{\text{праг}}$ ) (целевой) информации, тем выше качество информации, так как для выполнения целевого действия ( $I_{\text{д}}$ ) будет использоваться максимально возможная часть всей переданной структурной информации  $I_{\text{син}}$ .

В семантической теории информации используются ряд вероятностных подходов к определению качества синтаксической информации (количества семантической информации) [1].

Качество информации, как меру ее целесообразности можно оценивать разницей вероятностей достижения цели после получения информации  $p_1$  и до ее получения  $p_0$  [4]:

$$K(I) = \log_2 p_1 - \log_2 p_0 = \log_2 p_1 / p_0.$$

Известны более поздние подходы [1] к оценке качества информации через содержательность  $\text{cont}(i)$  события  $i$ , выражаемую логическими функциями истинности  $m(i)$  и ложности  $\bar{m}(i)$ , которые сходны с вероятностями событий  $p(i)$  и анти-событий  $\bar{p}(i)$ , ( $p(i) + \bar{p}(i) = 1$ ).

$$K(I) = \text{cont}(i) = m(i) = 1 - \bar{m}(i).$$

В некоторых работах качество  $K(I)$  информации вводится через понятия статистического  $I_{\text{стат}} = -\log_2 1/p(i) = -\log_2 p(i)$  и логического  $I_{\text{лог}} = \log_2(1/(1 - \text{cont}(i))) = \log_2 1/\bar{m}(i) = -\log_2 \bar{m}(i)$  количества информации  $K(I) = K(I_{\text{стат}}, I_{\text{лог}})$ . При этом статистическая оценка учитывает вероятность реализации события  $i$ , а логическая – меру его истинности или ложности.

Для случаев, когда целью извлечения информации является устранение неопределенности ситуации в ноль, например, при диагностировании, ее можно представить

множеством отношений предшествования между причиной (а) и следствием (б) ( $a_i \rightarrow b_j$ ) с вероятностью  $p_{ij}$ . Для множества следствий  $N(t)$  и причин  $M(t)$  в момент  $t$  энтропия определяется выражением

$$H(t) = - \sum_{i=1}^{N(t)} \sum_{j=1}^{M(t)} p_{ij}(t) \log p_{ij}(t),$$

а для момента  $(t + 1)$  выражением:

$$H(t+1) = - \sum_{i=1}^{N(t+1)} \sum_{j=1}^{M(t+1)} p_{ij}(t+1) \log p_{ij}(t+1).$$

Тогда качество информации на интервале  $[t, t + 1]$  можно выразить через динамическую энтропию  $K(I) = H(t) - H(t + 1)$ , которое может быть нулевым или отрицательным (если неопределенность в момент  $(t + 1)$  не уменьшилась).

Это – вероятностные (энтропийные) оценки, которые не связаны с содержанием знаний в передаваемой информации и не рассматривают обработку знаний.

Учитывая тот факт, что логическому мышлению, логическим выводам, логическим решениям, нормальной психике, интеллекту, интуиции, отсутствию информации свойственна нулевая энтропия [2], для оценки качества семантической информации воспользуемся тезаурусным подходом.

**Логический уровень.** Для формального представления предложенной информационной модели (на логическом уровне) необходимо определить аналитические выражения для частных оценок качества  $K(I_{\text{син}})$ ,  $K(I_{\text{сем}})$ ,  $K(I_{\text{праг}})$  каждой из составляющих информации. Это необходимо для гармонизации информационного ресурса системы передачи информации. Известно [3], что алгоритм передачи информации при управлении сложными организационными системами должен строиться исходя из постулата гармонизации канала передачи знаний, обеспечивающего наиболее рациональный расход количества информационного ресурса. При

этом необходима привязка получаемых значений к конкретному моменту времени, так как ценность информации со временем падает.

В соответствии с вышеизложенным, качество  $K(I)$  информации предлагается оценивать по формуле

$$K(I) = 1 - \Delta_{\Sigma} / \Delta_{\Sigma_{\text{max}}}, \quad (3)$$

где  $\Delta_{\Sigma_{\text{max}}} = I_{\text{син}} - I_{\text{д}}$ ;  
 $K(I) \rightarrow 1$  при  $\Delta_{\Sigma_{\text{max}}} \rightarrow 0$ ;  
 $K(I) \rightarrow 0$  при  $\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma_{\text{max}}}$ .

## Заключение

Известные методы оценки качества информации как меры ее целесообразности используют вероятностный подход (разницу вероятностей достижения цели после получения информации  $p_1$  и до ее получения  $p_0$ ), либо статистический подход (вероятность реализации события или логическая мера его истинности или ложности), которые слабо отражают связь с факторами, определяющими качество информации и являющимися в определенной мере артефактами.

Наиболее понятным и естественным является предлагаемый подход к определению качества информации, циркулирующей в организационных и технических системах, учитывающий легко определяемое количество каждого вида информации и их соотношения.

Обычно при передаче информации на физическом уровне, из соображений скрытности, помехоустойчивости и других требований к каналу, количество  $I_{\text{сем}}$ , содержащееся в  $I_{\text{син}}$ , преднамеренно занижается в связи с использованием в передаваемой кодовой комбинации служебной информации (например, при помехоустойчивом кодировании). Это – один из методов использования информационной избыточности канала, следствием чего является запланированное снижение качества  $I_{\text{син}}$ , которое легко может быть учтено при организации информационного канала.

## Литература

1. Теоретические основы информатики и информационная безопасность. // Под ред. В.А. Минаева, В.Н. Саблина. – М.: Радио и связь, 2000.
2. Прангшвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности Вопросы управления сложными системами. – М.: Наука, 2003.
3. Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание: Пер. с англ. – М.: Изд.дом «Вильямс», 2006.
4. Харкевич А.А. О ценности информации. //Проблемы кибернетики, вып. 4, 1961.

# Организация коллективного взаимодействия субъектов образовательной деятельности в информационно-образовательном пространстве<sup>1</sup>

*В данной статье представлена концепция взаимодействия ключевых акторов информационно-образовательного пространства, основанная на процессе управления уровнем услуг библиотеки лучшего практического опыта ITIL, описан состав и порядок информационного обмена между акторами, определена область ответственности каждого актора, выделены метрики и показатели эффективности работы каждого актора в рамках предоставления образовательных услуг.*

**Ключевые слова:** информационно-образовательное пространство (ИОП), сервис, ИТ-услуга, сервисный подход, ITIL, ITSM, организация взаимодействия, регламент взаимодействия, стек интероперабельности EIF, процесс управления уровнем услуг, соглашение об уровне услуг (SLA), операционное соглашение (OLA), внешний договор (UC).

## COLLABORATION MANAGEMENT FOR SUBJECTS OF EDUCATIONAL ACTIVITY IN INFORMATION-EDUCATIONAL SPACE

*This article presents a conception of collaboration of main actors in information-educational space, based on service level management process from the library of best practices ITIL, composition and procedure of information interchange between actors, responsibility of each actor, metrics and key performance indicators of each actor's activity within educational service delivery.*

**Keywords:** information-educational space (IES), service, service approach, ITIL, ITSM, collaboration management, regulations of collaboration, European Interoperability Framework (EIF), service level management, service level agreement (SLA), operation level agreement (OLA), underpinning contract (UC).

### 1. Введение

Одной из тенденций современного образования является развитие форм сетевого обучения. Это предполагает взаимодействие высших учебных заведений в едином информационно-образовательном пространстве (ИОП), в котором интегрируется разнородный научно-образовательный контент с использованием разнообразных программных сервисов [1, 2]. Важной задачей при создании информационно-образовательного пространства является организа-

ция эффективного взаимодействия акторов ИОП в ходе предоставления основных образовательных сервисов:

Формирование образовательной программы с учетом возможности построения индивидуальной траектории обучения;

Формирование учебно-методических комплексов под индивидуальную траекторию обучения;

Выбор и выполнение тестовых заданий с учетом их адекватности формируемым компетенциям и оценки соответствующего уровня;

Формирование и выполнение практических заданий (проектной деятельности), включая постановку практической задачи с учетом профиля обучающегося и отбор проектных решений по прецедентам [2].

При предоставлении образовательных услуг зачастую возникают разрывы в понимании результатов обучения. Например, запланированная образовательная программа может в какой-то степени отличаться от той, которая фактически была реализована. Ожидания обучающихся относительно образователь-

<sup>1</sup> Выполнено при поддержке РФФИ (проект №13-07-00917-а)



**Юрий Филиппович Тельнов,**  
д.э.н., профессор, зав. кафедрой  
Эл. почта: [yelnov@mesi.ru](mailto:yelnov@mesi.ru),  
[telnov.yuf@rea.ru](mailto:telnov.yuf@rea.ru)

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова  
Кафедра прикладных информационных технологий и информационной безопасности  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

**Yury F. Telnov,**  
Doctor of Science in Economics,  
professor, Head of Department  
E-mail: [yelnov@mesi.ru](mailto:yelnov@mesi.ru),  
[telnov.yuf@rea.ru](mailto:telnov.yuf@rea.ru)

The department of applied information technologies and information security,  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)



**Екатерина Владимировна Павлова**  
Тел.: (916) 128-72-56  
Эл. почта: [pavlova87@inbox.ru](mailto:pavlova87@inbox.ru)  
РЭУ им. Г.В. Плеханова  
НИИ «Стратегические информационные технологии»,  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

**Ekaterina V. Pavlova**  
Tel.: (916) 128-72-56  
E-mail: [pavlova87@inbox.ru](mailto:pavlova87@inbox.ru)  
Plekhanov Russian University of Economics  
Research Institute  
“Strategic Information Technologies”,  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

ной программы могут отличаться от представлений поставщика образовательных услуг как о запланированной программе, так и о фактически реализованной.

Для решения этой задачи требуется конкретизировать регламенты работы каждого актора в информационно-образовательном пространстве, определив последовательность действий акторов и общую интеграционную схему взаимодействия в ИОП на организационном уровне стека интероперабельности EIF (European Interoperability Framework, сокр. EIF).

Целью данной статьи является описание схемы работы каждого актора информационно-образовательного пространства и общей концепции организации предоставления образовательных услуг в ИОП.

## 2. Описание концепции взаимодействия акторов в ИОП

В рамках информационно-образовательного пространства можно выделить следующих акторов

как ролевых субъектов образовательной деятельности: клиентов, менеджеров образовательных программ, менеджеров ресурсов, администратора ИОП [3].

Клиент является заказчиком образовательных услуг в ИОП. В роли клиента может выступать как физическое лицо, так и организация, которой требуется образовательная программа и ресурсы для обучения.

Менеджер образовательных программ отвечает за формирование образовательной программы с индивидуальной траекторией обучения для конкретного клиента.

Менеджер ресурсов отвечает за подбор необходимых ресурсов для реализации образовательных программ и для предоставления образовательных услуг.

Администратор ИОП отвечает за ведение реестра образовательных ресурсов (включение ресурсов в реестр, поддержание актуального состояния и корректной работы).

Так как информационно-образовательное пространство создается на базе парадигмы сервисно-

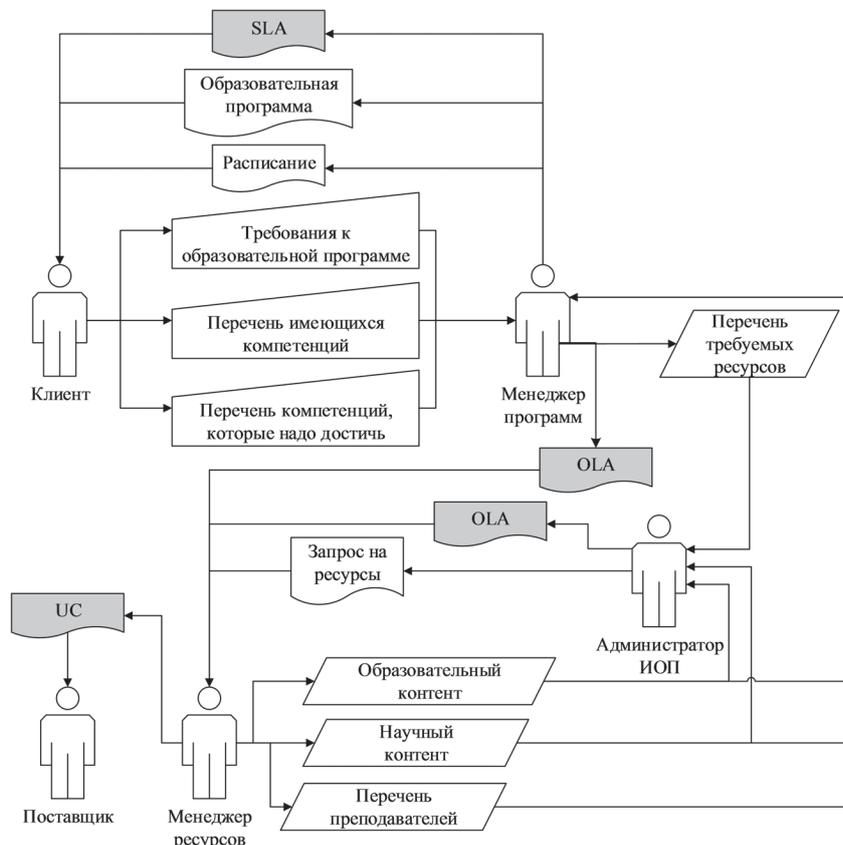


Рис. 1. Схема информационного обмена акторов ИОП



*Алла Александровна Протасова,  
Эл. почта: AProtasova@mesi.ru  
Российский экономический  
университет имени Г.В. Плеханова  
www.rea.ru*

*Alla A. Protasova,  
E-mail: AProtasova@mesi.ru  
Plekhanov Russian University  
of Economics  
www.rea.ru*

ориентированной архитектуры и сервисного подхода предлагается рассмотреть возможность применения рекомендаций библиотеки ITIL для процессов предоставления образовательных сервисов в целях устранения разрывов в понимании результатов обучения.

Для того, чтобы образовательные услуги в ИОП соответствовали ожиданиям клиентов и представляли для них ценность, требуется организовать эффективное взаимодействие всех акторов. В этой связи предлагаемая концепция взаимодействия акторов ИОП базируется на процессе управления уровнем услуг. Целью данного процесса является обеспечение предоставления услуг на согласованном и достижимом уровне. Это реализуется с помощью постоянного цикла согласования, утверждения, мониторинга, анализа и совершенствования уровня услуг. В качестве наиболее важных документов в рамках процесса управления уровнем услуг можно выделить соглашение об уровне услуг (Service Level Agreement, сокр. SLA), **операционное соглашение об уровне услуг (Operation Level Agreement, сокр. OLA)**, внешний договор (Underpinning Contract, сокр. UC) и **план улучшения услуг (Service Improvement Plan, сокр. SIP)** [7]. Эти документы предлагается использовать в рамках информационного обмена в информационно-образовательном пространстве наряду с данными и документами, необходимыми непосредственно для формирования образовательных программ и обучения. Схема информационного обмена представлена ниже на рисунке 1.

Основными входными данными для предоставления услуг в информационно-образовательном пространстве являются требования клиента к образовательной программе, а также перечень имеющихся компетенций и компетенций, которых требуется достичь. Эти данные обрабатываются менеджером программ, который на основании полученных требований должен подобрать подходящий уровень сервиса, согласовать его с

клиентом и оформить в рамках соглашения об уровне услуг.

SLA в информационно-образовательном пространстве содержит в себе полное описание предоставляемых клиенту образовательных и научных сервисов на всех уровнях стека интероперабельности EIF в соответствии с методикой описания, представленной в [4]. Также SLA регламентирует порядок взаимодействия акторов, отвечающих за предоставление образовательных и научных сервисов, в лице менеджера программ с клиентом.

Порядок взаимодействия между администратором информационно-образовательного пространства, менеджером образовательных программ и менеджером ресурсов регламентируется в рамках операционных соглашений OLA. **Операционное соглашение** описывает:

- перечень сервисов, которые менеджер программ, менеджер ресурсов и администратор ИОП предоставляют друг другу в целях предоставления образовательной услуги конечному потребителю (клиенту) на согласованном уровне в соответствии с SLA;
- описание обязанностей и области ответственности акторов;
- форму и сроки формирования запросов и ответов акторов при взаимодействии;
- набор метрик для контроля качества работы акторов;
- средства, доступные акторам в случае нарушения условий OLA.

Например, OLA, заключенное между менеджером образовательных программ и менеджером ресурсов должно регламентировать сроки, методы и источники поиска ресурсов для составления образовательной программы, а OLA, заключенное между менеджером ресурсов и администратором ИОП должно регламентировать сроки рассмотрения и включения ресурсов в реестр, принципы и критерии отбора ресурсов для включения в реестр и т.д.

В случае, если образовательные и научные ресурсы и сервисы попадают в ИОП от внешнего поставщика, то их предоставление рег-

ламентируется в рамках внешнего договора УС, который заключается между внешним поставщиком и менеджером ресурсов. Данный договор по структуре аналогичен OLA и описывает ресурсы и сервисы, потребляемые у сторонних поставщиков, а также значения ключевых показателей эффективности их работы.

Операционные соглашения и внешние договоры не должны противоречить заключенным соглашениям об уровне услуг. Нарушение условий OLA и УС может повлечь нарушение условий SLA с одним или несколькими клиентами.

### 3. Описание деятельности акторов ИОП

Рассмотрим более подробно деятельность каждого актора в информационно-образовательном пространстве. Перечень выполняемых действий и степень ответственности каждого актора представлены в виде матрицы RACI в таблице 1. В матрице используются следующие сокращения:

- R – Responsible (исполняет);
- A – Accountable (несет ответственность);
- C – Consult before doing (консультирует до исполнения);
- I – Informed after doing (оповещается после исполнения).

Деятельность каждого актора ИОП в соответствии с рекомендациями библиотеки ИТЛ следует ориентировать на непрерывное улучшение предоставления образовательных услуг. Для этого предлагается использовать ключевые показатели эффективности и метрики, отражающие работу как акторов, так и предоставляемых сервисов. Стоит отметить, что набор метрик может изменяться в течение жизненного цикла образовательной услуги и должен формироваться, исходя из найденных узких мест и критических точек на текущий момент.

Матрица ответственности процесса предоставления образовательных услуг в ИОП

	Клиент	Менеджер программ	Менеджер ресурсов	Администратор ИОП
1. Сформировать перечень требований к услуге	R	R/A	I	I
2. Сформировать и проверить перечень компетенций	R/A	C	I	I
3. Заключить соглашение об уровне услуг	R	R/A	C	-
4. Сформировать перечень требуемых ресурсов	-	R/A	I	I
5. Подобрать требуемые ресурсы по запросу	-	-	R/A	I
6. Проверить ресурсы для занесения в реестр	-	-	I	R/A
7. Подобрать внешних поставщиков ресурсов	-	-	R/A	I
8. Заключить внешний договор	-	-	R/A	C
9. Сформировать и предоставить образовательную программу	I	R/A	C	I
10. Сформировать расписание	I	R/A	R	
11. Сформировать и предоставить учебно-методический комплекс	I	R/A	R	C
12. Сформировать и предоставить тестовые задания	I	R/A	R	C
13. Сформировать и предоставить практические задания	I	R/A	R	C

Для анализа работы акторов в информационно-образовательном пространстве могут быть использованы следующие метрики:

- % выполненных требований клиента;
- % достигнутых компетенций;
- % образовательных программ, пройденных до конца;
- Удовлетворенность клиентов (рассчитывается по результатам проведения опросов);
- Объем не используемых ресурсов (по каждому виду ресурсов);
- % ресурсов, найденных в реестре;
- % положительно пройденных тестовых заданий;
- Количество нарушений SLA, OLA, УС;
- Количество нарушений SLA из-за нарушений OLA и УС.

Для одновременного контроля не рекомендуется выбирать слишком большое количество метрик (желательно не более 3-4 для одного процесса/сервиса), так как орга-

низация отслеживания и расчета их значений может оказаться дорогостоящим и трудоемким процессом.

### 4. Заключение

Представленная в статье концепция организации взаимодействия акторов информационно-образовательного пространства, основанная на процессе управления уровнем услуг библиотеки ИТЛ, позволяет фиксировать требования, предъявляемые к образовательным услугам, разделять ответственность между акторами в процессе предоставления сервисов, измерять и улучшать уровень образовательных услуг для клиентов. Это способствует устранению разрывов в понимании организации процесса предоставления образовательных услуг и результатов обучения, а также показывает применимость лучших практик в управлении ИТ-услугами для образовательных услуг информационно-образовательного пространства.

**Литература**

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
2. Тельнов Ю.Ф., Гаспариан М.С., Диго С.М., Казаков В.А., Смирнова Г.Н., Ярошенко Е.В., Трембач В.М. Реализация процессов учебно-методического обеспечения в интегрированном информационно-образовательном пространстве на основе сервисной архитектуры // Вестник УМО. Экономика, статистика, информатика, 2015
3. Тельнов Ю.Ф., Данилов А.В., Казаков В.А. Применение многоагентной технологии для решения образовательных задач в информационно-образовательном пространстве // Сборник трудов XVIII Российской научно-практической конференции «Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ–2015)»
4. Павлова Е.В. Методика описания образовательных и научных сервисов в информационно-образовательном пространстве на базе стека интероперабельности EIF // Открытое образование, 2015, №1
5. Павлова Е.В., Казаков В.А. Об одном подходе к описанию сервисов информационно-образовательного пространства на базе стека интероперабельности // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Теория активных систем-2014» (ТАС-2014) - М.: ИПУ РАН, 2014.
6. Тельнов Ю.Ф. Модель многоагентной системы реализации информационно-образовательного пространства // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т.1. – Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014.
7. ITIL 2011, Service Design, TCO

# Содержание готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями

*В статье раскрывается понятие готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями, как профессионально значимое качество будущего специалиста, которое выражается в сочетании свойств личности и необходимых умений и навыков, основанных на специальных знаниях сетевой области. Определено содержание и построена модель готовности к работе с сетевыми технологиями.*

**Ключевые слова:** информационное общество, информационные технологии, сетевые технологии, готовность студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями, подготовка IT-специалистов.

## THE CONTENT OF READINESS OF STUDENTS OF INFORMATION PROFESSIONS TO WORK WITH NETWORK TECHNOLOGY

*The article deals with the concept of readiness of students of specialties of information to work with network technologies. It's professionally significant qualities of the future specialist, which is expressed in a combination of personality traits and the necessary skills, based on special knowledge of the networking field. Content of readiness is defined as a set of motivational and valuable, meaningful and activity components. Identify the need of integrated training students to work with information and network technology.*

**Keywords:** information society, information technology, network technology, the willingness of students to the information professions working with network technologies, training of IT-specialists.

В современном мире происходит очередной этап технологической и мирной социальной революции – становление информационного общества. Современные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) существенно меняют не только то, как мы производим продукты и услуги, но и то, как проводим досуг, реализуем свои гражданские права, воспитываем детей. Они оказывают решающее воздействие на изменения, которые происходят в социальной структуре общества, образовании, экономике, развитие институтов демократии и других сферах человеческой деятельности. Общие закономерности развития цивилизации способствуют развитию глобального процесса информатизации современного общества. Информати-

зация общества влечет за собой многие, весьма радикальные, научно-технические, экономические и социальные преобразования, существенно образом меняющие привычные условия жизни людей, их производственной деятельности, быта и отдыха [1].

К основным признакам информационного общества относят:

- формирование единого мирового информационного пространства и углубление процессов информационной и экономической интеграции стран и народов;
- становление и, в последующем, доминирование в экономике стран, наиболее далеко продвинувшихся на пути к информационному обществу, новых технологических укладов, базирующихся на массовом использовании сетевых информационных технологий, перспек-

тивных средств вычислительной техники и телекоммуникаций;

- создание рынка информации и знаний как факторов производства в дополнение к рынкам природных ресурсов труда и капитала и переход информационных ресурсов общества в реальные ресурсы социально-экономического развития за счет расширения доступа к ним;

- возрастание роли инфраструктуры (телекоммуникационной, транспортной, организационной) в системе общественного производства и усиление тенденций к совместному функционированию в экономике информационных и денежных потоков;

- фактическое удовлетворение потребностей общества в информационных продуктах и услугах;

- повышение уровня образования за счет расширения возмож-



**Елена Александровна Спирина,**  
к.п.н., доцент кафедры Прикладной  
математики и информатики  
Тел.: +7(777) 238-93-94  
Эл. почта: sea\_spirina@mail.ru  
Карагандинский Государственный  
университет им. Е.А. Букетова,  
Республика Казахстан  
www.ksu.kz

**Yelena A. Spirina,**  
candidate's degree in pedagogical  
sciences, Associate Professor  
Department of Applied Mathematics  
and Computer Science  
Тел.: +7(777) 238-93-94  
E-mail: sea\_spirina@mail.ru  
Karaganda state university of  
E.A. Buketov (Republic of Kazakhstan)  
www.ksu.kz

ностей систем информационного обмена на международном, национальном и региональном уровнях и, соответственно, повышение роли квалификации, профессионализма и способностей к творчеству как важнейших характеристик услуг труда;

– повышение значимости проблем обеспечения информационной безопасности личности, общества и государства и создание эффективной системы обеспечения прав граждан и социальных институтов на свободное получение, распространение и использование информации [2].

Как было показано в [3], в настоящее время страны СНГ, в том числе и Республика Казахстан, находятся в процессе становления информационного общества. Одним из условий формирования информационного общества является создание единого информационного пространства. При этом создается информационная экономика, связанная со сбором, обработкой, передачей и обменом информации по локальным, региональным и глобальным сетям. Следующим условием формирования информационного общества является создание и поддержка региональных и государственных информационных баз данных, что позволяет осуществить информационный обмен, а также формировать компоненты электронного правительства РК e-Government.

Процесс формирования Национальной информационной инфраструктуры Казахстана является частью процесса формирования Глобальной информационной инфраструктуры (ГИИ, Global Information Infrastructure – GII), реализуемой мировым сообществом на основе концепции открытых систем.

Согласно Государственной Программе формирования и развития национальной информационной инфраструктуры Республики Казахстан [4], национальная информационная инфраструктура РК представляет собой совокупность двух составляющих (слоев): телекоммуникационную инфраструктуру и инфраструктуру прикладных

приложений и информационных ресурсов – собственно информационную инфраструктуру. Программа учитывает современные мировые тенденции развития информационных технологий и изменения в этой области, произошедшие за последние годы с момента разработки в 1997 году Концепции единого информационного пространства Республики Казахстан [5]. Данная программа способствует включению республики в мировое информационное пространство и ставит конкретные задачи по внедрению информационных технологий в экономику Казахстана. Для Казахстана это является важным событием в связи с актуальностью перехода страны к информационному обществу.

В 2012г. принята Государственная программа «Информационный Казахстан – 2020» [6], задачами которой заявлены:

- 1) обеспечение эффективности системы государственного управления;
- 2) обеспечение доступности информационно-коммуникационной инфраструктуры;
- 3) создание информационной среды для социально-экономического и культурного развития общества;
- 4) развитие отечественного информационного пространства.

Таким образом, согласно различным Государственным программам планомерно осуществляется деятельность по формированию информационного общества Республики Казахстан.

Однако имеются определенные проблемы с нехваткой квалифицированного персонала для формирования телекоммуникационной и информационной инфраструктуры Республики Казахстан. Так, например, в настоящее время, в вузах Казахстана практически не ведется подготовка специалистов сетевой сферы деятельности ввиду отсутствия подобных специальностей в Классификаторе РК. Негативными факторами подготовки IT-специалистов являются отстающие от уровня развития ИКТ методология и принципы отбора содержания образования для их подготовки. Недостаточно развита система

адаптации и разработки профессиональных стандартов, соответствующих международным стандартам, совершенствования квалификационных требований к современным IT-специалистам, что не позволяет достичь адекватности содержания подготовки кадров потребностям индустрии. Для выявления пробелов в подготовке специалистов, способных решать задачи формирования телекоммуникационной и информационной инфраструктуры РК, проведен анализ состояния и содержания учебных нормативных документов (стандартов, планов и программ) специальностей информационного профили. Результаты анализа представлены в [3]. Выявлено, что содержание подготовки – содержание учебных курсов, опирающихся на сетевые технологии, не отвечает современным требованиям информационного общества, оно фрагментарно и не охватывает весь требуемый круг вопросов.

Нужно отметить, что студенты любых специальностей должны освоить сетевые технологии не только для квалифицированной профессиональной деятельности в будущем, но и для полноценного процесса обучения. Все студенты без исключения должны уметь работать в информационных сетях, как локальных, так и глобальных. Но они будут являться пользователями, т.е. людьми, которые используют существующие ресурсы сетей для своих целей. А выпускники информационных специальностей могут быть не только пользователями, но и специалистами, осуществляющими проектирование и обслуживание информационных сетей, специалистами, создающими собственные ресурсы, размещаемые в глобальной сети. Поэтому, обладая соответствующим уровнем готовности к работе с сетевыми технологиями, студенты информационных специальностей смогут работать в сетевой сфере деятельности.

Формирование информационной подготовки специалиста, адекватной современному уровню и перспективам развития информационных процессов и систем, возможно лишь при комплексном

использовании информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе. Это подразумевает использование ИКТ как совокупности взаимодействующих компонентов: объектов изучения, инструментов изучения различных дисциплин и новых образовательных технологий.

Студенты информационных специальностей в процессе общей подготовки получают знания, умения и навыки по работе с аппаратным, программным обеспечением компьютерной техники и различного дополнительного оборудования, что обеспечивает необходимую базовую информационную подготовку. Это является одним из основных условий формирования готовности студентов к работе с сетевыми технологиями в учебном процессе.

Формирование готовности к любой деятельности осуществляется в процессе специального профильного обучения. Обучение работе студентов с сетевыми технологиями требует специальных учебно-методических, наглядных, технических (компьютеры, сетевое коммуникационное оборудование) и электронных (программное сетевое обеспечение, виртуальные лабораторные комплексы) средств обучения – это следующее условие формирования исследуемой готовности.

Профессиональные способности, как и другие профессионально важные качества личности, развиваются в процессе овладения знаниями, умениями, навыками. Формирование их и достижение необходимого уровня зависит, прежде всего, от соответствия применяемых учебно-методических средств профессиональным, психологическим и дидактическим требованиям. То есть готовность к деятельности формируется под влиянием специального обучения и собственного опыта [7].

Для определения сущности понятия «готовность студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями», выделенную совокупность признаков готовности к работе в сетевой сфере деятельности, представим, как определенную взаимосвязь со-

держательных, процессуальных и личностных компонентов исследуемого вида готовности.

Это позволило сформулировать определение исследуемой готовности: *готовность студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями* – это профессионально значимое качество будущего специалиста, которое выражается в сочетании свойств личности и необходимых умений и навыков, основанных на специальных знаниях сетевой области.

Исходя из сформулированного определения готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями, и опираясь на концепцию готовности Н.Д. Хмель [8], представим исследуемую готовность как совокупность трех компонентов:

- мотивационно-ценностного;
- содержательного;
- деятельностного.

*Мотивационно-ценностный компонент* связан с совокупностью устойчивых мотивов, направляющих деятельность студента на потребность в обновлении и совершенствовании своих знаний и умений. Данный компонент проявляется в положительном отношении к профессии, познавательной самостоятельности в области сетевых технологий. На наш взгляд, он складывается из ценностного отношения к информационному пространству, информационному обществу и деятельности по созданию информационных ресурсов.

Познавательная самостоятельность стимулируется пониманием важности приобретения готовности к работе с сетевыми технологиями как фактора готовности к будущей профессиональной деятельности. В процессе обучения осуществляется разностороннее развитие студента. В первую очередь, это развитие потребностно-мотивационной области: за счет осознания профессиональной необходимости в сетевых знаниях и умениях. Кроме того, происходит развитие личности в процессе деятельности, направленной на преобразование, передачу информации, а также на разработку и создание информа-

ционных ресурсов. В результате этого у студента формируется информационная культура, творческое мышление. В ходе выполнения практических заданий осваиваются приемы анализа, сравнения, обобщения, студенты учатся выделять цели и способы деятельности, проверять и оценивать её результаты.

*Содержательный компонент* включает объем знаний сетевой сферы, в сочетании технической, программной и информационной сторон сетевой деятельности.

Содержательный компонент готовности к работе с сетевыми технологиями включает систему знаний о природе, информационном обществе, технике, способах деятельности. Данный компонент по праву считается основным, поскольку без знаний невозможно ни одно целенаправленное действие. Считается, что знания обнаруживаются в умениях и что, следовательно, образование состоит не только в формировании «абстрактного» знания, сколько в развитии умений использовать его для получения новых знаний и решения жизненных задач [9].

Будем считать, что содержание научных знаний по сетевым технологиям, представляется совокупностью:

- базовых научных знаний по информационным и сетевым технологиям;
- специализированных научных знаний по сетевым технологиям;
- научных знаний по Интернет-технологиям.

Исходя из этого, знания по сетевым технологиям можно разделить на следующие группы:

1. Общие информационные знания (прикладные знания об устройстве, функционировании, аппаратном и программном обеспечении компьютера):

- принципов кодирования информации;
- основных видов информационных процессов;
- основ передачи дискретных данных;
- архитектуры компьютера;
- аппаратной конфигурации компьютера;
- периферийных устройств;

– системного программного обеспечения;

– прикладного программного обеспечения и др.

2. Базовые сетевые знания (прикладные знания организации и функционирования информационных сетей):

- основ взаимодействия компьютеров;
- физических основ передачи данных по линиям связи;
- передачи данных;
- методов коммутации;
- базовых технологий локальных сетей;
- сетевого оборудования и методов их применения;
- сетевых протоколов и их функций и др.

3. Специализированные сетевые знания:

- сетевых протоколов;
- спецификаций IEEE 802.x технологии Ethernet;
- технологий Token Ring, FDDI;
- принципов логической структуризации сетей;
- технологий построения виртуальных локальных сетей;
- принципов сетевого администрирования и др.

4. Знания об особенностях структурной и функциональной организации глобальной сети Интернет:

- логической структуры и адресации сети Интернет;
- структуры узлов Интернет;
- организационных мер поддержки функционирования Интернет;
- технологий глобальных сетей (ISDN, X.25, ATM, Frame Relay и др.);
- видов логических сервисов Интернет;
- особенностей функционирования и взаимодействия сервисов Интернет;
- технологий организации связи локальной сети или пользователя с Интернет;
- способов создания прокси-сервера в локальной сети;
- принципов работы поисковых серверов и поисковых систем Интернет и др.

5. Знания об особенностях разработки Web-приложений:

- особенности создания гипертекстовых мультимедийных приложений;

– знание языков и редакторов создания гипертекстовых и мультимедийных ресурсов;

– принципы и подходы разработки базовой архитектуры и дизайна Web-приложений;

– языка гипертекстовой разметки HTML5 и каскадные таблицы стилей CSS3;

– базовые языковые конструкции JavaScript и библиотеки jQuery;

– основные инструменты фреймворка ASP.NET MVC 5, необходимые для создания простого веб-приложения;

– средства фреймворков MVC AngularJS и SignalR;

– особенности размещения ресурса и хостинга и др.

Деятельностный компонент готовности к работе с сетевыми технологиями предполагает наличие опыта практической деятельности с техническими, программными и информационными элементами деятельности в сетевой области.

Знания о способах осуществления деятельности содержатся уже в первом содержательном компоненте готовности специалиста. Но одних знаний недостаточно. Нужно усвоить опыт их применения, т.е. умения и навыки. Принято характеризовать умение как возможность осуществить какое-либо действие, операцию [10]. Согласно этой точке зрения, умение предшествует навыку, который рассматривается как более высокий (автоматический, отработанный) уровень овладения действиями. Любое предметное действие человека складывается из предметных движений, связанных в пространстве и во времени. Фактически любое действие человека частично автоматизировано, поскольку он никогда не осознает до конца всех элементов его регуляции, исполнения и контроля. Вместе с тем, никакое действие человека не может быть до конца автоматизированным, так как, являясь частью деятельности, оно вызывается и направляется сознательной целью. Автоматизация освобождает сознание от контроля над механизмом осуществлением операций. В этом смысле исполнение действия становится автоматическим. Но в поле сознания остаются цели,

они выдвигаются на передний план [11]. Обучение приводит к тому, что навыки человека включаются в структуру его сознательной деятельности.

Таким образом, деятельностный компонент исследуемой готовности составляет система общих интеллектуальных и практических умений и навыков, являющихся основой конкретных видов деятельности. А для выполнения профессиональной сетевой деятельности требуются соответствующие специализированные умения и навыки.

Для удобства анализа выделим и разобьем сетевые умения и навыки на следующие группы:

1) общие информационные:

- умения подключать и настраивать различные технические устройства;

- умения и навыки работы с файловыми носителями;

- умения устанавливать различные виды программного системного и прикладного программного обеспечения и др.;

- умения работать с основными прикладными программами (текстовый процессор, табличный процессор, графические программы);

2) общие сетевые умения и навыки:

- работы с файлами в сети (обработка, передача, внедрение и др.);
- проектирования локальной сети;

- выполнить монтаж локальной сети на техническом уровне;

- установить сетевую операционную систему;

- установить сетевые протоколы и настроить их;

- выполнять работу по администрированию пользователей в локальной сети;

- умение организации телекоммуникационного доступа к удаленным абонентам и к сети Интернет и др.;

3) специализированные умения и навыки работы с сетевым программным и аппаратным обеспечением корпоративных и глобальных сетей:

- устанавливать модемы для цифровых и выделенных каналов;

- умение организовать доступ с помощью режима удаленного узла;

- организовать терминальный доступ;

- умение организовать доступ через промежуточную сеть;

- организовать работу корпоративной электронной почты и др.;

4) специализированные умения и навыки работы по проектированию, разработке и размещению Web-приложений:

- по проектированию Web-ресурсов – разработка структуры приложения, системы навигации, логическое структурирование контента;

- умения программной реализации динамического приложения;

- создавать веб-приложения и веб-формы с использованием HTML5, языка JavaScript и ASP.NET MVC в среде Visual Studio;

- создавать различных веб-форм с возможностью проверки, с использованием типов ввода и атрибутов, включенных в спецификации HTML5;

- создавать макеты и стили для разработки согласованного пользовательского интерфейса, используя расширенные возможности CSS и CSS3;

- использовать расширенные возможности HTML5 JavaScript

API, такие как drag-and-drop, файлы геолокации;

- интегрировать графику и элементы мультимедиа в веб-страницы с помощью средств JScript;

- разрабатывать клиентские сценарии для отзывчивого, функционального и интерактивного пользовательского интерфейса;

- применять AJAX;

- создавать модель MVC и писать код, реализующий бизнес логику приложения и работу с данными;

- добавлять Контроллеры к приложениям MVC, чтобы управлять взаимодействием с пользователем, обновлением Модели и обеспечивать взаимодействие с Представлениями;

- создавать Представления MVC, которые позволяют отображать и редактировать данные и взаимодействуют с Моделями и Контроллерами;

- осуществлять доступ веб-приложения к базам данным;

- развертывать и осуществлять хостинг веб-приложения;

- управлять состоянием в веб-приложениях;

- обеспечивать безопасность веб-приложения.



Рис. 1. Модель готовности к работе с сетевыми технологиями

Таким образом, в каждом компоненте готовности к работе с сетевыми технологиями все выделенные ранее признаки сетевой деятельности (технический, программный, информационный, личностный) сочетаются во взаимопроникновении и взаимосвязи.

Выделение компонентов и содержания исследуемой готовности позволило построить модель готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями, представленную на рисунке 1.

Определение педагогически целостного содержания готовности к работе с сетевыми технологиями выдвинуло ряд проблем.

Во-первых, новинки сетевых технологий (именно как объект изучения студентами и использования их в профессиональной работе) своевременно освещаются только в научно-технических источниках. Кроме того, в таких работах, чаще всего, рассматриваются отдельные элементы сетевых технологий, что не формирует целостной картины восприятия предмета изучения. Все это затрудняет использование данных источников для обучения студентов.

В учебной специальной литературе технические, программные и информационные элементы се-

тевых технологий освещаются неравномерно, что заставляет обращаться к множеству различных источников. Причем практически отсутствуют основные мотивационные элементы, стимулирующие познавательную активность.

Во-вторых, ввиду стремительного развития информационных, телекоммуникационных и сетевых технологий происходит постоянный процесс совершенствования технического, программного и информационного обеспечения локальных и глобальных сетей.

В связи с выделенными особенностями, объем содержания сетевых технологий представляется нам чрезвычайно динамичным, что сказывается на соотношении программных, технических и информационных вопросах учебного материала.

Анализ теоретико-методологической и учебной литературы сетевой области знаний показал, что ученые по-разному оценивают соотношение элементов – технического, программного, информационного – в общем объеме учебной информации для будущих специалистов сетевой сферы деятельности. Однако обязательным является личностный элемент готовности к работе с сетевыми технологиями, который проявляется в наличии профессионально

значимых качеств и познавательной самостоятельности личности. Это позволяет представить структуру готовности к работе с сетевыми технологиями в виде диаграммы, представленной на рис. 2.

Для формирования всесторонней готовности к работе с сетевыми технологиями необходим отбор учебного материала с равномерным учетом технического, программного, информационного элементов сетевых технологий, что можно осуществить на основе использования межпредметных связей дисциплин профессионального образования.

Это обусловлено тем, что в современном мире наблюдается тенденция к интеграции знаний в основных сферах жизнедеятельности [12], в том числе и в информационной, поэтому в содержании образования необходимо четко учитывать междисциплинарные связи, с тем, чтобы способствовать формированию у студентов целостности изучаемой проблемы.

Многие педагоги ставят проблему создания и развития в системе образования междисциплинарных и межкурсовых связей, подчеркивают необходимость создания действительно системного целостного образования. Так, в межпредметных связях уже Я.А. Коменский видел фундамент систематических системных знаний [13]; Ю.К. Бабанский замечал, что «в соответствии с принципом структурного единства содержания образования на разных уровнях его формирования отдельные предметы не должны рассматриваться изолированно друг от друга» [14]; Т. Галиев замечал, что системность обуславливает рост информативности знания при минимизации составляющих элементов и отражает многообразие связей и отношений элементов структуры между собой и с окружающей средой [15]. Ряд исследователей переносят проблему системности и учета связей между компонентами системы на учебный предмет (дисциплину, материал) [16]. Точки зрения многих ученых-педагогов по видению значения межпредметных связей в образовании совпадают. Так, Ю.К. Бабан-

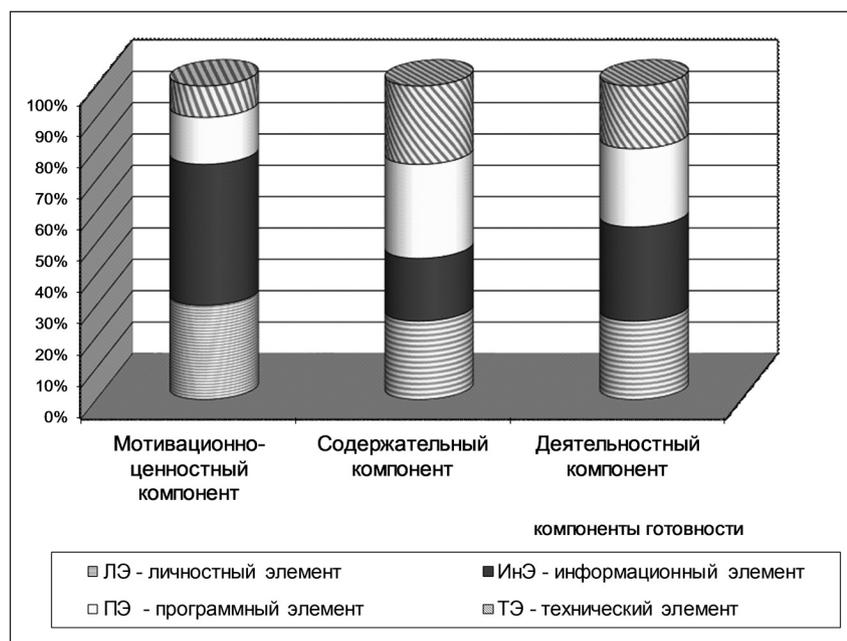


Рис. 2. Структура готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями

ский, В.И. Максимова, Г.Ф. Федоренко, в своих работах подчеркивают значимость учета междисциплинарных (межпредметных) связей еще на уровне теоретического представления содержания образования. То есть межпредметные связи выступают средством согласованности учебных материалов дисциплин.

При формировании готовности студентов информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями возникают междисциплинарные связи между теми дисциплинами, которые изучают аппаратные средства компьютера, программное обеспечение, основы программирования, т.е. между теми дисциплинами, которые обеспечивают фундаментальную информационную подготовку (например, «Информационные технологии», «Алгоритмы и структуры данных», «Основы информационных систем», «Теория надежности информационных систем», «Языки и технологии программирования», «Модели данных и СУБД», «Web-технологии», «Разработка клиент-серверных приложений», «Информационная безопасность и защита информации» и др.). Таким образом, выявляется значимость интегральной подготовки студентов IT-специальностей к работе с информационными и сетевыми технологиями.

Основную сложность при формировании готовности студентов

информационных специальностей к работе с сетевыми технологиями создает высокая степень динамизма как в развитии информационных и сетевых технологий, так и в требованиях рынка сетевых решений. Данное обстоятельство обуславливает ряд специфических особенностей сетевой подготовки будущих специалистов, среди которых в качестве наиболее важных можно выделить следующие:

Систематическое появление новых и модернизация существующих технологий, коммуникационного оборудования приводит к резкому сокращению цикла жизни полученных сетевых знаний, умений и навыков. Это актуализирует проблему систематической поддержки IT-специалистами своей конкурентоспособности на рынке труда [17].

В процессе реализации профессиональных задач большую значимость приобретают креативные способности IT-специалистов, умение ориентироваться и принимать решения в различных проблемных ситуациях, обширный кругозор в области новейших технологий, знание иностранного языка и т.п. Это обстоятельство предопределяет необходимость постоянных усилий (регулярного дополнительного образования или самообразования) со стороны IT-специалистов для поддержки профессиональных квалификаций.

Нередко на рынке труда прослеживаются такие противоречивые явления, как отсутствие у работодателя сформированного спроса на специалистов сетевой сферы деятельности и наряду с этим завышенная самооценка своего профессионального уровня у значительной части выпускников информационных специальностей.

Однако, несмотря на выделенные особенности сетевой подготовки, построенная модель готовности к работе с сетевыми технологиями и определение содержания исследуемой готовности студентов информационных специальностей позволят отслеживать и оперативно реагировать на требования и процессы, происходящие при создании информационного общества. Это возможно путем разработки и введения в учебный процесс студентов информационных специальностей специализированных элективных дисциплин, корректирующих несбалансированность учебных планов IT-специальностей. Как следует из построенной модели готовности, студент со сформированной готовностью к работе с сетевыми технологиями обладает расширенными возможностями при трудоустройстве. Это, в свою очередь, позволяет решать задачи для формирования телекоммуникационной и информационной инфраструктуры Республики Казахстан.

## Литература

1. *Нестерова Л.В.* О необходимости формирования информационной культуры специалиста в информационном обществе // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – №3–4. – 2014. – С. 114–124.
2. *Смолян Г.Л., Черешкин Д.С., Вершинская О.Н., Костюк В.Н., Савостицкий Ю.А.* Путь России к информационному обществу (предпосылки, проблемы, индикаторы, особенности). – М., 1997. – 64 с.
3. *Спирина Е.А.* Требования информационного общества Республики Казахстан к уровню подготовки IT-специалиста // Открытое образование. – 2014. – №4. – С. 69–79.
4. Государственная Программа формирования и развития национальной информационной инфраструктуры Республики Казахстан // САПП РК. – Астана, 2001. – №10, ст. 108. – С. 95.
5. О формировании единого информационного пространства РК (Указ №3787 от 09.12.1997) // САПП РК. – 1997. – № 52. – ст. 476.
6. Государственная программа «Информационный Казахстан – 2020». URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/U130000464#z11>.
7. *Цепляева С.А.* Готовность к профессиональному становлению как интегративное качество личности будущего специалиста // [www.rusnauka.com/1\\_KAND\\_2010/Pedagogica/2\\_57943.doc.htm](http://www.rusnauka.com/1_KAND_2010/Pedagogica/2_57943.doc.htm)
8. *Хмель Н.Д.* Теоретические основы профессиональной подготовки учителя: Дис. ... д.п.н. – Алма-Ата, 1986.
9. Педагогика. Учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей / Под ред. П.И. Пидкасистого. – М.: Педагогическое общество России, 2001. – 640 с.
10. *Абульханова-Славская К.А.* Стратегия жизни. – М.: Мысль, 1991. – 229 с.

11. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии: Учеб. для студентов высш. и сред. учеб. заведений / С.А. Смирнов, И.Б. Котова, Е.Н. Шиянов и др.; Под ред. С.А. Смирнова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 512 с.
12. Романова Е.С. Профессиональное становление и развитие с позиций дуального подхода // Системная психология и социология. – № 1. – 2010. ([http://systempsychology.ru/journal/n\\_1\\_2010/8-romanova-es-professionalnoe-stanovlenie-i-razvitie-s-pozicij-dualnogo-podxoda.html](http://systempsychology.ru/journal/n_1_2010/8-romanova-es-professionalnoe-stanovlenie-i-razvitie-s-pozicij-dualnogo-podxoda.html))
13. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. – М.: Учпедгиз, 1955. – 651 с.
14. Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
15. Галиев Т. Некоторые аспекты системности в учебном процессе // Высшая школа Казахстана. – 2011. – № 6. – С. 60–68.
16. Трушниковая Т.Г. Системный подход в педагогике как инновационная основа формирования образовательного пространства // Человек и образование. – 2006. – № 7. – С. 71–72.
17. Мамедзаде Ф.Р. Формирование спроса и предложения на ИТ-специалистов на основе модели компетенций // Informasiya texnologiyalanı problemləri. – 2012. – №2 (6). – С. 76–84. ([www.jpit.az](http://www.jpit.az)).

# Экспертная система оценки знаний студентов по дисциплине «Системы реального времени»

*Применение экспертных систем в образовании – актуальная задача, поскольку и оценка достижений обучающихся, и адаптивность обучающих технологий под индивидуальные особенности обучающихся и оценка качества измерительных материалов являются задачами, которые невозможно решить в рамках детерминированного подхода.*

**Ключевые слова:** экспертная система, контроль знаний, тесты, тестирование.

## EXPERT SYSTEM FOR THE STUDENTS' KNOWLEDGE IN THE DISCIPLINE OF "REAL-TIME SYSTEMS"

*The use of expert systems in education is an urgent task, because the evaluation and achievements of students, educational technology and adaptability to the individual characteristics of students and quality assessment of test materials is a task that can not be solved within the framework of the deterministic approach.*

**Keywords:** expert system, test, testing.

Экспертные системы и системы реального времени на сегодняшний день являются перспективным направлением развития информационных систем. Динамические экспертные системы позволяют решать задачи в условиях, изменяющихся во времени. Программные средства, базирующиеся на технологии экспертных систем, уже давно доказали свою эффективность. Экспертные системы – один из немногих видов систем искусственного интеллекта, которые получили широкое распространение и нашли практическое применение. В настоящее время такие системы активно внедряются в различные сферы человеческой деятельности. Существуют экспертные системы по военному делу, геологии, инженерному делу, информатике, космической технике, математике, медицине, метеорологии, промышленности, сельскому хозяйству, управлению, физике, химии, электронике, юриспруденции и т.д. Экспертные системы являются первым шагом в практической реализации исследований в области искусственного интеллекта [1].

Отдел акустики океана Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичёва ДВО РАН ведёт комплексные теоретические и экспериментальные исследования акустических полей океана. Целью таких исследований является обнаружение и изучение разномасштабных естественных и искусственных неоднородностей морской среды. При проведении экспериментальных работ для измерения океанологических и гидроакустических параметров применяются информационные измерительные системы, работающие в режиме реального времени. Разработка таких систем является сложной и актуальной задачей, решение которой позволяет осуществлять мониторинг океанической среды в течение длительного периода времени с адаптивной настройкой параметров измерения.

Поэтому при подготовке будущих специалистов-исследователей, которые проходят обучение на базовых кафедрах Морского государственного университета, особое внимание уделяется учебному кур-

су «Системы реального времени (СРВ)».

В статье представлена разработка экспертной системы оценки знаний студентов по дисциплине «Системы реального времени», которая обеспечивает:

- возможность проведения текущего и рубежного контроля знаний в форме тестирования;
- комплексную оценку знаний по предмету;
- мониторинг процесса тестирования;
- всесторонний анализ результатов тестирования.

Контроль знаний может проводиться в разных режимах как для группы студентов, так и индивидуально. В процессе тестирования экзаменуемому предоставляется возможность самому выбрать порядок и уровень сложности тестовых вопросов. Первичные результаты отражаются в рабочем окне по завершении сеанса тестирования, отчёты о сеансах сохраняются в системе и могут быть использованы в дальнейшем как для оценки подготовки отдельного обучающе-



**Ольга Сергеевна Громушова,**

*к.т.н., снс*

Тел.: (423)231-25-97

Эл. почта: [gromashova@poi.dvo.ru](mailto:gromashova@poi.dvo.ru)

Федеральное государственное

бюджетное учреждение науки

Тихоокеанский Океанологический

институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН

[www.poi.dvo.ru](http://www.poi.dvo.ru)

**Olga S. Gromashova,**

*Candidate of Technical Sciences, Senior*

*Researcher*

Тел.: (423)231-25-97

[gromashova@poi.dvo.ru](mailto:gromashova@poi.dvo.ru)

V.I.Ilichev Pacific Oceanological

Institute

[www.poi.dvo.ru](http://www.poi.dvo.ru)



**Инна Александровна Щербинина,**

*к.п.н., декан Физико-технического*

*факультета,*

Тел.: (423)230-12-57 доб. 55-57

Эл. почта: [shcherbinina@msun.ru](mailto:shcherbinina@msun.ru)

Федеральное государственное

бюджетное образовательное

учреждение Морской государственный

университет им. адм. Г.И.Невельского

[www.msun.ru](http://www.msun.ru)

**Inna A. Shcherbinina,**

*candidate of pedagogical Sciences, dean*

*of Physics and Technology Department,*

Тел.: (423)230-12-57 доб. 55-57,

[shcherbinina@msun.ru](mailto:shcherbinina@msun.ru)

Admiral GI Nevelskoy Maritime State

University

[www.msun.ru](http://www.msun.ru)

гося, так и для изменения скорости и сложности подачи материала и формирования следующих сеансов аттестации обучающегося по тому же сценарию.

Система проектировалась в течение двух лет при активном участии группы студентов МГУ им. адм. Г. И. Невельского. При изучении дисциплины «Системы реального времени» в качестве практических занятий были подготовлены варианты тестовых вопросов. После пробного тестирования всех студентов курса результаты были проанализированы, отобраны варианты вопросов, отвечающие методологическим концепциям курса «Системы реального времени». Возникла идея создания экспертной системы оценки знаний студентов по дисциплине СРВ с применением клиент-серверной технологии. Был проведен информационный поиск по проблеме использования экспертных систем в преподавании специальных курсов в системе высших учебных заведений, на основе которого была построена логическая модель системы тестирования знаний по СРВ, использующая клиент-серверную архитектуру.

Разработка современных информационных средств эффективного мониторинга знаний студентов принадлежит к разряду инновационных технологий, которые необходимо внедрять в систему вузовского образования [2]. Применение такого рода технологий, которые базируются на применении автоматизированных образовательных систем, повышает качество обучения. Кроме того, учебный процесс становится более эффективным за счёт освобождения преподавателя от рутинной работы.

Первым этапом внедрения автоматизации было создание учебных электронных курсов. Разработка экспертных систем в сочетании с существующим комплексом учебной информации, являются принципиально новым направлением повышения дидактической эффективности образовательного процесса. Они становятся основой программно-методических комплексов управления процессом обучения

и контроля знаний обучающихся. Главная особенность экспертных систем заключается в возможности интеллектуальной поддержки разного уровня подготовленности студентов. Экспертные системы (ЭС) предназначены для того, чтобы сделать для студентов более доступными знания, опыт, навыки и интуицию квалифицированных специалистов.

С использованием ЭС могут решаться различные задачи:

- корректировка процесса обучения (скорости подачи материала, необходимости дополнительных сведений) с учётом индивидуальной подготовленности обучающегося, его индивидуальных особенностей;
- диагностика и прогнозирование качества усвоения предметной информации и формирование изменений в последовательности представления учебного материала;
- поддержание профессионального уровня обучающегося в данной предметной области;
- разработка инструментальных систем.

Одной из форм экспертных систем, нашедших применение в вузовском образовании, являются программы оценки уровня знаний студентов как по различным дисциплинам, так и междисциплинарные.

Таким образом, система компьютерного тестирования – это универсальный инструмент для определения степени усвоения материала студентами на всех уровнях образовательного процесса. Но важно помнить, что тестирование в электронном виде не исключает и не заменяет другие формы контроля качества знаний студентов, а является своеобразным входным контролем подготовки аттестуемого к традиционным формам контроля.

Методология создания тестов требует разработки чёткой структуры курса, выделения основных понятий, определения терминов. Поэтому, первоначально должны быть подготовлены таблицы проверяемых в тестах понятий и тезисов, структурированных по темам и разделам рабочей программы учебной дисциплины. Это стимулирующий аспект в работе преподавателя, обя-

зывающий его к максимально возможной формализации и документированию учебного материала.

Положительными моментами использования компьютерного тестирования для студентов является: приучение студента к регулярному самоконтролю собственных достижений, использование теста в качестве обучающей системы (для отработки отдельных тем, типов задач, подготовки к зачётам и т.д.), освоению компьютера как инструмента учебной деятельности.

Тест по учебной дисциплине представляет собой сформированный в определённой последовательности перечень тестовых заданий, количество, состав и сложность, которых зависит от целей тестирования. При этом на этапах текущего контроля и организации самостоятельной работы студентов тесты должны обладать адаптивностью, позволяющей выделить и локализовать пробелы в знаниях. Технологическая карта теста должна учитывать эти аспекты.

Технология создания теста по учебной дисциплине предполагает несколько последовательных этапов:

- постановка целей и задач учебного курса;
- анализ содержания и систематизация материала учебной дисциплины;
- определение форм и трафика педагогического контроля, соотношение различных форм педагогического контроля;
- определение целей каждого тестирования, включённого в учебный план дисциплины;
- разработка технологической карты теста и её экспертиза;
- разработка множества тестовых заданий для каждой позиции технологической карты;
- экспертиза содержания и формы заданий;
- определение правил адаптации теста с учётом результатов обучающегося;
- формирование конкретного теста для конкретного сеанса аттестации;
- апробация теста;
- определение среднего времени выполнения теста;

– корректировка теста на основании результатов апробации;

– определение и расчёт критериев оценки;

– формирование окончательного варианта теста;

– разработка инструкций для пользователей (преподавателей и студентов).

Дисциплина «Системы реального времени» входит в учебный план подготовки дипломированных специалистов по направлению «Информатика и вычислительная техника» по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Данная дисциплина является одной из базовых и завершающих процесс обучения студентов, специализирующихся в области технологий программирования.

В процессе изучения курса СРВ студенты должны освоить базовые принципы функционирования систем реального времени, используемых в различных системах управления, методы их разработки, способы эффективного применения, особенности построения их программного обеспечения. Дисциплина находится на стыке программирования и администрирования компьютерных систем [3]. Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение студентами теоретических знаний по основам построения систем реального времени, в первую очередь операционных систем, обеспечивающих эффективное управление ресурсами;
- получение ими практических навыков по анализу работы компьютерных систем, выбора необходимого режима работы и настройки системы.

В требованиях к уровню освоения дисциплины сказано, что в результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать принципы организации вычислительных процессов в цифровых информационно-управляющих системах, работающих в реальном масштабе времени, взаимосвязь программных и аппаратных средств в системах этого класса, методы управления памятью, синхронизации взаимодей-

ствующих процессов, принципы контроля достоверности обработки информации в системах реального времени, основные теоретические методы построения и анализа систем реального времени;

– уметь применять системные средства операционных систем при разработке программ систем реального времени, рассчитывать и анализировать характеристики и показатели эффективности систем реального времени с позиции программиста-аналитика, использовать для программирования алгоритмические языки;

– иметь представление о характеристиках и функциях современных и перспективных операционных систем реального времени, проблемах и тенденциях их развития.

В соответствии с рабочей программой по дисциплине «Системы реального времени» для специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» были тщательно отобраны вопросы для проверки знаний студентов, которые входят в содержание блока тестирования разрабатываемой экспертной системы.

Вопросы формировались с учётом следующих требований:

- охват всех тем по дисциплине «Системы реального времени», включённых в рабочую программу;
  - подготовка разнородных вариантов ответа на вопрос для однозначности выбора студентом того или иного ответа;
  - точность формулировок вопросов и ответов;
  - применение различных стратегий тестирования: чередование сложных и простых вопросов, увеличение сложности вопросов по мере прохождения теста, формирование теста на основании уже зарегистрированных в системе результатов тестирования.
- Разрабатываемая программа тестирования и оценки знаний студентов является оценочным средством для текущего контроля успеваемости, а также промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Архитектура экспертной системы контроля знаний включает в себя:

- базу знаний;
- базу данных тестовых заданий;
- клиентское приложение проведения сеанса аттестации для студентов;
- клиентское приложение проведения сеанса аттестации для преподавателей.

Разрабатываемая система оценки знаний студентов строится на клиент-серверной архитектуре [5]. Взаимодействие клиентов с сервером происходит в локальной или глобальной сети. Обмен данными между клиентом и сервером реализуется посредством стека протоколов TCP/IP. Для работы с этими протоколами в среде Windows предназначена технология Windows Sockets – программный интерфейс, созданный для реализации взаимодействия приложений в сети на основе протокола TCP/IP.

Для общей синхронизации работы сервис-провайдеров и приложений в WinSock введено понятие объектов событий, которые служат для организации работы, совмещённых по времени процессов информационного обмена. В многозадачных многопользовательских системах стандартные номера портов используются при инициализации процесса. Так как допускается несколько идентичных соединений (например, несколько одновременных сессий FTP) между клиентом и сервером, стандартными номерами портов здесь не обойтись.

В системах, ориентированных на соединение, пара комбинаций IP-адресов и номеров портов однозначно определяет канал связи между двумя процессами в ЭВМ. Такая комбинация называется сокетом (socket). Номера портов могут и совпадать, так как относятся к разным машинам, но IP-адреса должны быть обязательно разными.

При разработке клиентских приложений использовалась парадигма объектного программирования, в которой программа организуется в терминах объектов, включающих в себя данные, методы, свойства. Поведение в этой парадигме организуется путём обособленного функционирования каждого экземпляра объекта и обмена информа-

цией между ними. Объект, получив сообщение, осуществляет его локальную интерпретацию, основываясь на локальных процедурах и данных. Такой подход позволяет описывать сложные системы на более естественным образом.

Для реализации клиентской части системы был выбран язык программирования C++ и объектно-ориентированная парадигма [4]. Кроме того, для разработки использовалась программная платформа .NET Framework, а также сетевой интерфейс Windows Sockets, т.к. система создавалась под операционную систему Microsoft Windows, используемую в компьютерных классах МГУ им. адм. Г.И.Невельского. Средой программирования был выбран Microsoft Visual Studio 2005.

.NET Framework – это программная платформа, выпущенная компанией Microsoft и представляющая совершенно новую модель для создания прикладных приложений как в семействе операционных систем Windows, так и во множестве операционных систем, отличных от Microsoft, таких как Mac OS X и различные варианты Unix/Linux.

Основной идеей при разработке .NET Framework являлось обеспечение свободы разработчика за счёт предоставления ему возможности создавать приложения различных типов, способные выполняться на различных типах устройств и в различных средах. Вторым принципом стало ориентирование на системы, работающие под управлением семейства операционных систем Microsoft Windows.

.NET Framework поддерживает создание программ, написанных на разных языках программирования. Программа для .NET Framework, написанная на любом поддерживаемом языке, сначала переводится компилятором в единый для .NET промежуточный байт-код Common Intermediate Language (CIL). В терминах .NET получается сборка (англ. assembly). Затем код транслируется утилитой в исполняемый код для конкретного целевого процессора.

Приложение Windows Forms представляет собой событийно-ориентированное приложение,

поддерживаемое Microsoft .NET Framework. В отличие от пакетных программ большая часть времени тратится на ожидание от пользователя каких-либо действий, как например, ввод текста в текстовое поле или клика мышкой по кнопке.

Клиентское приложение проведения сеанса аттестации для студентов (файл TestClient.exe) копируется на компьютер каждого студента и там запускается, она предназначена для реализации отдельного сеанса аттестации и обращается к базе данных тестовых заданий.

Клиентское приложение проведения сеанса аттестации для преподавателей (файл TestServer.exe) реализует мониторинг процесса тестирования, а также обработки и статистического анализа результатов тестирования в реальном времени. Программа может быть установлена как на сервере, так и на рабочей станции преподавателя и также обращается к базе данных тестовых заданий.

Клиент-серверная архитектура подразумевает наличие сети. Это значит, что клиенты должны иметь доступ к серверу через локальную или глобальную сеть. В МГУ им. адм. Г.И.Невельского в компьютерных аудиториях развернута единая локальная сеть и поэтому все компьютеры могут осуществлять доступ друг к другу через свои локальные IP-адреса в данной сети. Клиенту для получения доступа к серверу необходим IP-адрес сервера, т.е. IP-адрес компьютера, на котором запущена серверная часть рассматриваемой системы. Узнать IP-адрес можно у системного администратора.

Для работы данной клиент-серверной архитектуры необходимо знать IP-адрес компьютера преподавателя. Компьютер преподавателя может находиться в одной локальной сети вместе с компьютерами студентов либо в глобальной сети Интернет.

Серверная часть программной системы представляет собой базы данных MS SQL Server, в которой хранятся:

- множество тестовых заданий по дисциплине;



Рис. 1. Окно серверного приложения системы тестирования

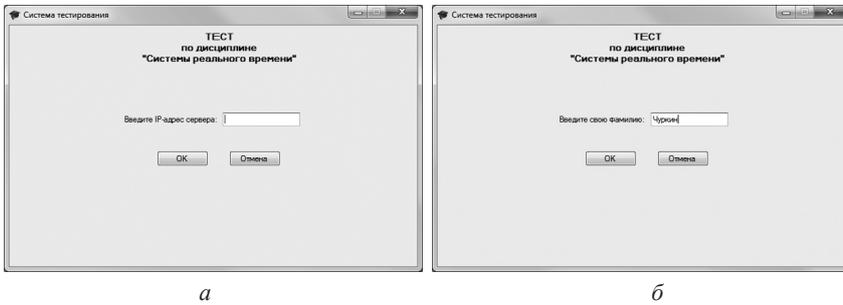


Рис. 2. Окна клиентского приложения

– описание сценариев проведения различных аттестаций (текущего контроля по теме или разделу дисциплины, рубежного контроля);  
– результаты проведения аттестаций.

База знаний предназначена для организации адаптивной функции сеанса аттестации, создания теста по выбранному сценарию и проведения контроля качества тестовых заданий. База знаний реализована на языке PROLOG и включает в себя порядка 200 правил. Обращение к ней делается непосредственно из базы данных при решении соответствующих задач. Так, например, при формировании сеанса аттестации решение о включении того или иного вопроса в сеанс принимается на уровне базы знаний с целью формирования как можно более разнообразных вариантов тестов для тестирования одного и того же студента в разное время.

После запуска сервера (файл TestServer.exe) окно данной программы выглядит так, как показано на рис. 1.

Таблица на экране отражает в реальном времени результаты тестирования, в любой момент позволяя экспортировать данные в excel.

В шапке таблицы для отображения данных (рис.1) расположены номера вопросов с правильными вариантами ответов. Первая стро-

ка – номер вопроса, вторая строка – правильный вариант ответа на вопрос. Последние два столбца таблицы – это статистика результатов прохождения тестирования по каждому студенту:

- столбец «OB» – процент вопросов теста, на которые студент уже ответил;
- столбец «POB» – процент вопросов теста, на которые студент ответил правильно;
- строка «ОС» – процент подключённых в данный момент студентов, ответивших на вопрос;
- строка «ПОС» – процент подключённых в данный момент студентов, правильно ответивших на вопрос;
- строка «1» – процент студентов, выбравших первый вариант ответа на вопрос;
- строка «2» – процент студентов, выбравших второй вариант ответа на вопрос;
- строка «3» – процент студентов, выбравших третий вариант ответа на вопрос;

– строка «4» – процент студентов, выбравших четвёртый вариант ответа на вопрос.

В первой колонке в строках таблицы будут отображаться фамилии студентов, а в самих строках – ответы студентов на вопросы теста.

Вид окна клиентской (файл TestClient.exe) программы приведён на рис.2а.

Для подключения к серверу необходимо указать IP-адрес сервера, который сообщает преподаватель.

При удачном соединении на сервере в таблицу добавляется новая пустая строка, в которой вместо фамилии написано «ожидание...». Сервер установил соединение с клиентом и ждёт «авторизации» студента. В клиентском приложении теперь вместо ввода IP-адреса сервера необходимо ввести фамилию студента (рис. 2б).

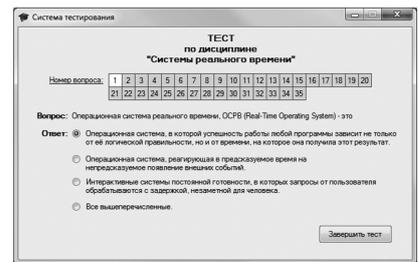


Рис. 3. Окно теста с выбранным ответом

После ввода фамилии и нажатия кнопки «ОК» на сервере в соответствующей строке студента вместо надписи «ожидание...» появится фамилия студента (рис. 2б). В это же время в клиентском приложении отобразится сам тест (рис. 3). Студент может сам выбирать порядок ответа на вопросы, для этого в верхней части экрана доступны кнопки с номерами вопросов. Ответом на вопрос служит выбранный на экране вариант ответа, который тут же отображается на сервере



Рис. 4. Окно сервера с правильным и неверным ответами на вопросы

(рис. 4), цветом отражая правильность сделанного ответа.

Пока студент не завершил тест, он может менять ответы на вопросы. Изменения отображаются на сервере в реальном времени. В любой момент ему доступна кнопка «Завершить тест». Если студент ответил не на все вопросы теста, при нажатии кнопки «Завершить тест» появится сообщение о невозможности завершить тест (рис. 5).

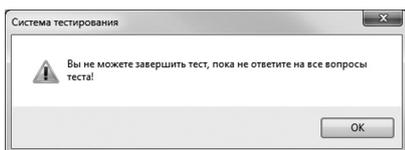
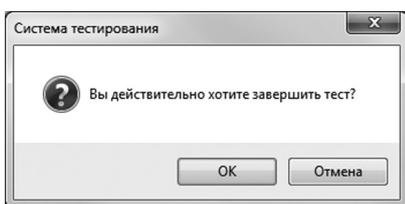
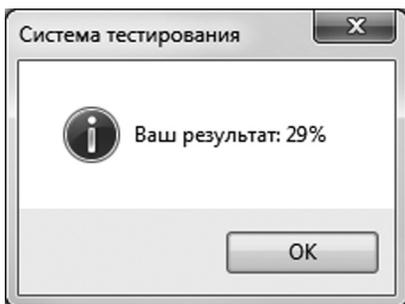


Рис. 5. Сообщение о невозможности завершения теста в текущий момент времени

При нажатии кнопки «ОК», появляется сообщение о результатах теста (рис. 6б), и обновляется информация на консоли преподавателя (рис. 7). По завершении сеанса аттестации у студента появляется возможность увидеть правильные ответы.



а



б

Рис. 6. Сообщения о подтверждении завершения теста и о результате тестирования

При досрочном завершении студентом теста его результаты не учитываются в общей статистике. Импорт результатов тестирования в excel-файл доступен на протяжении всей работы программы. Файл имеет имя TestResults.xlsb и располагается в корне диска C:\. В файл выносятся только сведения о завер-

Рис. 7. Окно сервера с завершившим тест клиентом

шённых сеансах аттестации, а преподавателю выдаётся предупреждение (рис. 8). Вид отчёта в Excel приведён на рис 10. При формировании отчёта в фоновом режиме открывается приложение Microsoft Excel 2010, которое должно быть установлено на компьютере, в нём в автоматическом режиме создается та же таблица, что и в серверном приложении. При закрытии приложения Excel файл будет автоматически сохранен на диске.

Преподаватель многократно может создавать отчёты, но всегда будет перезаписываться один и тот файл TestResults.xlsb на диске C:\.

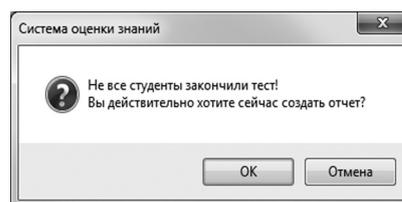


Рис. 8. Сообщение о том, что не все студенты закончили тесты

Рис. 9. Окно программы MS Excel 2010 с отчётом

а

б

Рис. 10. Окна сервера со всплывающими подсказками интерфейса (а) и вопроса (б)

В серверном приложении для удобства используются различные всплывающие подсказки (рис. 10).

Таким образом, представленная в работе экспертная система обеспечивает:

- тестирование, интерактивную оценку знаний по предмету;
- мониторинг процесса тестирования;
- всесторонний анализ результатов тестирования и качества тестовых заданий.

Разработанная система работает в режиме реального времени, т.е. является динамической экспертной системой, решающей динамические задачи анализа.

Обработка и статистический анализ полученных данных позволяет исследовать уровень усвоения предмета и изменять скорость подачи материала. В результате тестирования выявляются наиболее сложные вопросы курса, что позволяет повысить эффективность методических рекомендаций по данному курсу.

Разработанная система прошла апробацию в 2011–2012 учебном году на базе МГУ им. адм. Г.И. Невельского. Анализ результатов применения экспертной системы показал надёжность и устойчивость в эксплуатации, возможность внедрения системы в образовательный процесс. Разработанное программное обеспечение позволяет настроить систему на тестирование практически по любой дисциплине.

## Литература

1. *Володин. О.* Экспертные системы / СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 441 с.
2. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / под. редакцией: Бадарча Дендева – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013.
3. *Древс Ю.Г.* Системы реального времени: технические и программные средства Учебное пособие / М.: МИФИ, 2010. 320 с.
4. *Потапов В.А.* Язык программирования C++ / СПб.: Невский Диалект, 2010. 394 с.
5. *Кукушкина Л.А.* Клиент-серверное программирование / М.: Мир, 2011. 329 с.

# Понятийные основы концепции смарт-образования

*В статье рассматривается понятие «смарт», концепция смарт-образования, такие ее основные элементы, как смарт-обучение, смарт-университет, смарт-учебник. Приводится анализ факторов, влияющих на формирование и развитие концепции смарт-образования. Выделены три аспекта развития смарт-образования: организационный, технологический, педагогический.*

**Ключевые слова:** смарт-образование, электронное обучение, смарт-обучение, смарт-общество.

## THE CONCEPTUAL BASIS OF THE SMART EDUCATION

*The paper discusses the concept of «smart», the concept of smart education, its basic elements such as smart learning, smart university smart course. The analysis of the factors affecting the formation and development of the concept of smart education. There are three aspects of Smart Education: organizational, technological, and pedagogical.*

**Keywords:** smart-education, e-learning, smart-eLearning, smart-society.

### 1. Введение

В результате интенсивного развития информационных технологий, ставших неотъемлемой частью окружающей среды современного человека, на смену «классическому» электронному обучению постепенно приходит смарт-образование. С концепцией смарт-образования (smart-education) в настоящее время связана совокупность понятий, многие из которых не имеют однозначной трактовки. Публикации по теме смарт-образования появились буквально несколько лет назад, и в них фиксируются ключевые тенденции развития образования и создаются футурологические прогнозы дальнейших изменений образовательной системы. Однако, сами эти публикации в настоящее время представляют собой, скорее, описание примеров системных решений и технологий в сфере образования, чем сформированную парадигму. Такая ситуация создает понятийную и концептуальную неопределенность, которая не позволяет однозначно отнести то или иное явление к области смарт-образования.

В настоящее время популярная составляющая «умный» (“smart”) присоединяется к множеству других слов, формируя такие «модные» понятия, как «умный дом», «умный город» и т.п. Различные электронные среды и технологии, применяемые в обучении, также называют «умными», хотя только некоторые их аспекты действительно соответствуют принципиально новым требованиям смарт-образования, или же они не соответствуют им вообще. Подобная ситуация складывается из-за того, что требования эти не всегда имеют явную форму, так как сама концепция смарт-образования недостаточно систематизирована. Чтобы сделать эти требования явными, следует систематизировать различные взгляды и сформулировать понятийную основу концепции смарт-образования, чему и посвящено данное исследование. Таким образом, актуальность исследования, лежащего в основе данной статьи, состоит в понятийной систематизации концептуальной стороны смарт-образования, которая до настоящего момента не производилась.

Актуальностью исследования определяются его цели и задачи, а также теоретическая и практическая значимость. Основная цель исследования состоит в том, чтобы сформулировать ряд понятий, которые должны лежать в основе концепции смарт-образования. Соответственно, задачи исследования состоят в том, чтобы проанализировать и определить основные понятия смарт-образования и показать взаимосвязь между этими понятиями. С теоретической точки зрения, данное исследование значимо формулировкой основ для теоретической концептуализации смарт-образования. Практическая значимость исследования состоит в том, что концептуальная определенность смарт-образования позволит анализировать различные системы и решения в области обучения на предмет их соответствия принципам смарт-образования. В дальнейшем данное исследование может быть использовано при разработке полномасштабной концепции смарт-образования и новой системы спецификаций и стандартов в этой области.



**Наталья Витальевна Днепровская,**  
к.э.н., доцент  
Финансовый университет при  
Правительстве РФ  
Эл. почта: ndneprovskaya@gmail.com

**Natalia V. Dneprovskaya,**  
PhD, Associate Professor  
Financial University under the  
Government of the Russian Federation  
E-mail: ndneprovskaya@gmail.com



**Екатерина Алексеевна Янковская,**  
к.ф.н., ведущий научный сотрудник  
Российский экономический  
университет им. Г.В. Плеханова  
Эл. почта: alteratum@gmail.com

**Ekaterina A. Yankovskaya,**  
PhD, Senior Researcher  
Plekhanov Russian University of  
Economics  
E-mail: alteratum@gmail.com

Рассматривая состояние исследований в области смарт-образования, можно отметить, что комплексное изучение многих ее аспектов фактически не проводилось. Само понятие «смарт-образование» значительно менее распространено в зарубежной и отечественной научной литературе, чем, например, понятие «электронное обучение». В большинстве исследований приводятся конкретные примеры систем и решений, относящихся к области смарт-образования. Примеры внедрения различных систем в области обучения, реализующих парадигму смарт-образования, приводятся в работах [5]. В некоторых из этих работ, а также в статьях [7] и исследованиях [2] рассматривается ряд признаков, которые характерны для систем, соответствующих принципам смарт-образования.

## 2. Методология исследования

Система понятий в области смарт-образования является слабо структурированной совокупностью нескольких перспектив, с точки зрения которых обычно рассматривается эта область. Создание концептуальной схемы направлено на систематизацию нескольких таких перспектив. Эта систематизация необходима для построения общей теории смарт-образования.

Формирование понятий само по себе является методологическим приемом для проведения исследований в области Smart-образования. Понятия, касающиеся сферы смарт-образования, систематизируются, создаются классификации.

Очевидно, что создание классификаций и определение понятий всегда редуцирует объекты и явления определенной предметной области к некоторой схематической структуре. Для того, чтобы эта редуция была минимальной, а также позволяла относить то или иное явление, технологию, решение, электронный образовательный ресурс к сфере смарт-образования, необходимо показать, что некоторые ресурсы и технологии в большей степени соответствуют сфере смарт, а другие в меньшей. Для этого нужно показать, каким образом связыва-

ются между собой понятия, как возможно, что понятие, не обладающее, к примеру, всеми признаками смарт, тем не менее, относится к этой сфере. Предполагается, что, к примеру, определяя образовательную smart-технологию, мы полагаем, что некоторые технологии являются лучшими представителями данного класса, чем другие, и показываем, на основании чего мы представляем данный элемент как лучший экземпляр класса.

Исследование опирается на дискурс-анализ различных источников, посвященных проблематике смарт, к числу которых относятся журнальные статьи в ведущих рецензируемых периодических изданиях, интернет-ресурсы, систематизацию материала и создание концепции, интервьюирование экспертов в области смарт, общий анализ различных программных и организационных решений в области смарт.

## 3. Понятие «смарт»

Термин «смарт-технологии» приобрел популярность сравнительно недавно, однако сам термин известен в научном сообществе в течение последних 40 лет. Изначально термин, появившийся в области аэрокосмических исследований, был заимствован другими отраслями науки. Дискурс-анализ показывает, что понятие «смарт» применительно к таким категориям как структура, технологии и материалы является вполне устоявшимся.

Впервые концепция смарт-структуры упоминалась в контексте аэрокосмических технологий, создание которой подкреплялось тремя тенденциями: переходом на новые материалы, использованием новых свойств материалов, достижением в области электроники и информационных технологий [7]. Основная функция смарт-структур заключается в реагировании на окружающую среду и изменения в ней прогнозируемым (определенным) образом посредством датчиков, сигналов, коммуникаций и других интегрированных в нее элементов. Смарт-структуры способны не только поддерживать или противо-



**Инесса Витальевна Шевцова,**  
к.э.н., старший преподаватель  
Московский государственный  
университет им. М.В. Ломоносова  
Эл. почта: inessa.shevtsova@gmail.com

**Inessa V. Shevtsova,**  
PhD, Senior Lecturer  
Lomonosov Moscow State University  
E-mail: inessa.shevtsova@gmail.com

стоять механическим нагрузкам, но также могут уменьшить вибрацию, смягчить акустический шум, следить за целостностью самой структуры во время работы и в течение срока действия, а также изменять форму элементов структуры или механические свойства под действием внешних раздражителей.

Понятие смарт-структуры включает такое понятие как смарт-материалы [9]. Отмечается, что «смарт-материалы» могут проявлять свойство «смарт» только во взаимодействии с внешней средой системы. Смарт материалы характеризуются способностью автоматически распознавать изменения во внешней среде и реагировать на них заданным действием.

Анализ определений и отличительных особенностей выделенных элементов «смарт-структура», «смарт-технологии», «смарт-материалы» позволяет выделить их общее свойство «смарт».

Дадим определение. *Смарт* — это свойство системы или процесса, которое проявляется во взаимодействии с окружающей средой, и наделяет систему и/или процесс способностью к:

- незамедлительному реагированию на изменения во внешней среде;
- адаптации к трансформирующимся условиям;
- самостоятельному развитию и самоконтролю;
- эффективному достижению результата.

Ключевым в свойстве «смарт» является способность взаимодействовать с окружающей средой. Данное свойство имеет самостоятельное значение и может быть применимо к таким категориям как город, университет, обучение, общество и многим другим. 40 лет назад, когда это свойство было выделено, уровень развития технологий не позволял добиться рассматриваемого свойства в большинстве систем или процессов. Однако современные достижения в области ИКТ позволяют выстраивать сверхсложные системы, такие как смарт-город.

Современный уровень развития ИКТ позволяет добиться свойства

«смарт» в процессах, предметах, объектах и даже субъектах. Например, Европейский инвестиционный банк выделяет следующие понятия: смарт-приложение, смарт-инфраструктура, смарт-гражданин [6]. В современном динамично развивающемся и/или изменяющемся обществе свойство «смарт» становится наиболее востребованным как в быту (если судить по распространенности смартфонов), так и в научной, профессиональных сферах.

Совокупность ИКТ в обществе переходит в новое качество коммуникации между потребителями и производителями, гражданами и властью, студентами и университетами. Впервые у производителей, органов государственного управления, университетов и др. субъектов появляются технологии моментальной обратной связи, сигнализирующих об изменениях в окружающей среде. Применение ИКТ в экономике позволяет компаниям достигать новых экономических эффектов за счет адаптации к постоянно-изменяющейся бизнес среде, создания мобильных офисов, непрерывной связи с партнерами и потребителями. Развитие ИКТ индустрии достигло критической точки, позволяющей рассматривать информационное пространство не только как место для работы, обучения, но и как неотъемлемую часть жизненного пространства современного человека.

На смену информационным приходят смарт-технологии, характеризующиеся набором свойств, позволяющих адаптировать то или иное устройство к потребностям пользователя в ходе его эксплуатации, смарт-телефоны, -телевизоры и т.д. Смарт-технологии переходят в разряд приоритетных, которые способны определить следующий за информационным этап развития общества.

Тем не менее, только использование новых технологий с приставкой “smart” или подразумевающих их «умное» применение не может определять характер образования нового типа. Если проанализировать различные технологические решения для сферы образования, которые позиционируются как смарт, то можно перечислить следу-

ющие: смарт-доски, смарт-учебники, смарт-проекторы, программное обеспечение для создания и распространения образовательного контента, имеющее интерактивный и коммуникативный характер. Ряд других технологий, прежде всего, различные виды Social Media и технологии Data Mining также используются в сегменте смарт-образования.

Что же мы подразумеваем, когда обозначаем какую-либо технологию, как смарт-технологию, тем более, что понятие «смарт» стало достаточно привычным? Говорят, о таких системах, как smart-home, smart-tv, повседневным стало слово «смартфон». Буквальный перевод слова “smart” – «умный». Однако, в английском языке существует, по крайней мере, два других общепотребительных слова, обозначающих признак обладания умом – “clever” и “intelligent”. Из всех трех слов, обозначающих ум, наиболее глубоким смыслом обладает слово “intelligent”. Именно оно обозначает способность делать глубокие выводы, а также некоторую изначальную (inborn, inherent) способность к рациональному мышлению и поведению. В то же время «smart» – понятие более «поверхностное», иногда используемое даже с саркастическим оттенком. Смарт здесь не только обозначает способность к совершению интеллектуальных действий, но и внешнюю красоту, именно поэтому так хорошо работает понятие смарт применительно к различным гаджетам: оно выражает представление о связи между эстетикой, эргономикой и интеллектуальными функциями. В то же время, воспринимая смарт-технологии как нечто «умное», мы ожидаем от них имитации разумного поведения. Соответственно, от смарт-технологии, мы ожидаем способности к некоторым интеллектуальным функциям наряду с удобством использования. В силу этого нельзя отождествлять системы искусственного интеллекта и смарт-технологии.

Смарт-технологии являются «визуализацией» интеллектуальных систем, можно сказать, что они рождаются на пересечении дисциплин Artificial intelligence и

Human-computer interaction. Следовательно, на их «умность» накладываются те же ограничения, которые лежат в основе интеллектуальных систем. К числу таких ограничений относится алгоритмический характер работы, который, даже в том случае, когда система является «обучающейся» (если это не нейрокомпьютерная система), ограничивает пути ее обучения. Интеллектуальные системы автоматизируют рутинные действия по поиску и систематизации информации, но, разумеется, не выполняют тех «спонтанных» интеллектуальных функций, для которых требуется человеческий интеллект. Они «ускоряют» его работу, но не действия любой смарт-системы требуют правильных организационных решений и нетривиальных интеллектуальных процедур, в то же время, они способствуют созданию особых организационных структур, которые становятся основой смарт-образования.

На новом этапе общественного развития внимание руководителей, общественности смещается с оценки эффективности развития и внедрения ИКТ в сторону человека

создающего новую эффективность за счет новой информационной культуры. На первый план выходят гуманитарные ценности общества, образования, экономики, так, как только разумное и уместное использование ИКТ позволит изменить жизнь людей к лучшему.

#### 4. Понятие «смарт-образование»

Смарт, как свойство, позволяющее моментально адаптировать объект или процесс к изменениям в окружающей среде, становится наиболее востребованным в современном социальном развитии и особенно образовании. Формирование новой концепции смарт-образования основывается на достижениях информационных и коммуникационных технологиях, позволяющих добиться новых экономических и социальных эффектов в системе образования и получить новую эффективность. О формировании концепции смарт-образования свидетельствует появление регулярных конференций по тематике смарт-образования и смарт-обучения [8].

Таблица 1

Смена поколений X – Y – Z

Ориентировочные годы рождения	Поколение	Отличительные особенности от предыдущего (ссылки)	Ключевые факторы
1963–1981	Поколение X	Фундаментальное образование, техническая грамотность, индивидуализм, самодостаточность, прагматизм, стремление к карьерному росту, неформальность взглядов, нонконформизм	Доступ к образованию, создание высококвалифицированных рабочих мест, развитие глобализации, урбанизация
1982–1991	Поколение Y (Digital Immigrants)	Образование недостаточно фундаментальное, но в нескольких областях, быстрое освоение новых технологий, ориентация на самореализацию, а не на карьерный рост, гедонизм, либеральные взгляды, коммуникативность, информированность, космополитичность, конформизм, самоуверенность	Развитие технологий, особенно, Интернет, глобализация, кризис политических режимов
1992–2001	Поколение Z (Digital Native)	«естественное» отношение к технологиям, идеализм, не-критичность, виртуализация.	ИКТ как естественная часть окружающей среды, естественное средство коммуникации

Перед рассмотрением центрального концепта смарт-образования необходимо обратиться к определению образования. «Образование – единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов» [3].

Следует подчеркнуть, что образование — это процесс, который реализуется в интересах человека, семьи, общества и государства. Последние исследования показывают, что под давлением повсеместного распространения ИКТ происходит трансформация идентичности человека, семьи, общества. Таким образом свойство «смарт» является необходимым для развития образования соответствующего ожиданиям и потребностям человека и общества, учитывающего изменения в экономике, производственных технологиях и науке. Таблица 1.

Смена поколений создает новые потребности и возможности для развития системы образования и образовательных технологий, которые будут использовать преимущества глобального информационного общества для предоставления образовательных услуг принципиально нового качества. Например, технология массовых открытых онлайн курсов предоставила уникальные возможности онлайн слушателям, университетам и компаниям для поиска новых решений. Студенты получили доступ к онлайн обучению и сопутствующим сервисам, университеты доступ к заинтересованной в обучении интернет-аудитории, компании – к уникальным сведениям об слушателях и их успехах. Это единственный пример успешной интеграции интересов различных категорий на



Рис. 1. Интернет, как связующий элемент между основными заинтересованными лицами

основе возможностей глобального информационного общества. Однако можно предположить, что в скором времени сама возможность для предоставления образования нового качества трансформируется в обязательное требование для учебных заведений, как это произошло в сфере информатизации управления. Сейчас представить полноценное управление организацией, производством невозможно без использования ИКТ.

Предпосылками к разработке концепции смарт-образования являются:

1) технологические факторы, обеспечивающие новые средства и технологии для обучения в современной информационно-телекоммуникационной среде;

2) социальные факторы, включающие потребность общества в новом качестве образовательных услуг;

3) экономические факторы включают в том, что образование всегда вносило значительный вклад в развитие макроэкономики. А в условиях формирующегося информационного общества соответствующая система образования определяет место университета в развитии инновационной экономики.

Ключевая задача, которая ставится перед смарт-образованием, состоит в обеспечении устойчивого развития общества и экономики в соответствии с меняющейся окружающей средой, обеспечивая возможности для создания нового уровня эффективности в экономике и государственном управлении. Программы

В тоже время смарт-образование должно удовлетворять нуждам личности и семьи. Наиболее ценной и востребованной является

творческая способность человека, позволяющая выходить за рамки профессиональных стереотипов и находить новые решения. За счет этого происходит развитие технологий, лежащих в основе интеллектуальной экономики, смарт-технологий.

Роль связующих элементов между системой образования и заинтересованными лицами в современном мире выполняют ИКТ, включая новые медиа (социальные сети), веб-сервисы.

На примере российской образовательной системы мы видим большое количество накопившихся противоречий, заключающихся, с одной стороны, в расширении подготовки высококвалифицированных кадров, а с другой стороны, в сокращении количества вузов.

Имеющиеся инновационные подходы к образованию, как правило, направлены на устранение, какого-либо одного или нескольких противоречий, возникающих в результате технологического и/или когнитивного разрыва между потребителями (студентами) и провайдерами (университетами) образовательных услуг. Электронное обучение (e-learning) решает ряд задач, связанных с адаптацией образовательной системы и учебных заведений к произошедшим изменениям, такие как дистанционное обучение, индивидуальные траектории обучения и др [4]. Электронное обучение, как средство ведения учебного процесса, должно быть использовано в формировании смарт-образования. Достижения в области электронного обучения, мобильного обучения будут остро востребованы в смарт-образовании. С технологической точки зрения электронное обучение может

рассматриваться как ступень перехода к средствам смарт-обучения.

В отличие от электронного обучения концепция смарт-образования предполагает наличие элементов в системе образования, обеспечивающих быструю адаптацию всей системы к изменяющимся требованиям, а не только учебного процесса. Смарт-образование включает в себя накопленные и выработанные подходы к обучению в традиционном их понимании и с использованием электронных технологий, однако не ограничивается ими. Никакой из ранее применяемых подходов в образовании не предполагал незамедлительной реакции самого процесса обучения на меняющиеся условия во внешней среде.

Используемый материал преимущественно относится к сфере высшего образования, при исследовании не затрагивались источники, касающиеся других ступеней и типов образования, подразумевается, что концепция смарт-образования охватывает все эти виды и высшее образование является репрезентативной составляющей всей группы. Концепция смарт-образования предполагает комплексное развитие образовательной услуги включая кадровое обеспечение, административно-правовое управление, материально-техническую базу и педагогический дизайн. Для построения концептуальной карты выбирается центральный концепт, которым в данном случае является смарт-образование. Остальные входящие в концепцию понятия связываются системой определенных отношений с центральным концептом. Типы связи между понятиями могут быть различны рис.2.

Определим смарт-образование, как образовательную систему, обеспечивающую на основе Интернет, взаимодействие с окружающей средой и процесса обучения и воспитания для приобретения гражданами необходимых знаний, навыков, умений и компетенций. Смарт-образование должно обеспечить преимущества глобального информационного общества для удовлетворения гражданами своих образовательных потребностей и интересов.

Сформулируем основные принципы смарт-образования:

1. Использование в образовательной программе актуальных сведений для решения учебных задач. Скорость и объем информационного потока в образовании и любой профессиональной деятельности стремительно нарастает. Существующие учебные материалы необходимо дополнять сведениями, поступающими в режиме реального времени, для подготовки студентов к решению практических задач, к работе в условиях реальной ситуации, а не на тренировочных примерах и моделях.

2. Организация самостоятельной познавательной, исследовательской, проектной деятельности студентов. Данный принцип является ключевым при подготовке специалистов готовых к творческому поиску решения профессиональных задач, самостоятельной информационной и исследовательской деятельности.

3. Реализация учебного процесса в распределенной среде обучения. Образовательная среда сейчас не ограничивается территорией университета, или пределами системы дистанционного обучения (LMS). Процесс обучения должен быть непрерывным, включающим обучение в профессиональной среде, с использованием средств профессиональной деятельности.

4. Взаимодействие студентов с профессиональным сообществом. Профессиональная среда рассматривается не только как заказчик на подготовку специалистов, но становится активным участником учебного процесса. ИКТ предоставляют студентам новые возможности по участию в работе профессиональных сообществ, наблюдением за решением задач профессионалами.

5. Гибкие образовательные траектории, индивидуализация обучения. Сфера образования значительно расширяется за счет привлечения в систему образования работающих граждан, частой смены вида профессиональной деятельности, интенсивным развитием технологии. Студенты, приходящие в университет, как правило хорошо осознают и формулируют свою потребность в образовании. Задача университета обеспечить образовательную услугу в соответствии с потребностью и возможностями студента.

6. Многообразие образовательной деятельности требует предоставления широких возможностей для студентов по изучению образовательных программ и курсов, использованию инструментов в учебном процессе, в соответствии с их возможностями здоровья, материальными и социальными условиями.

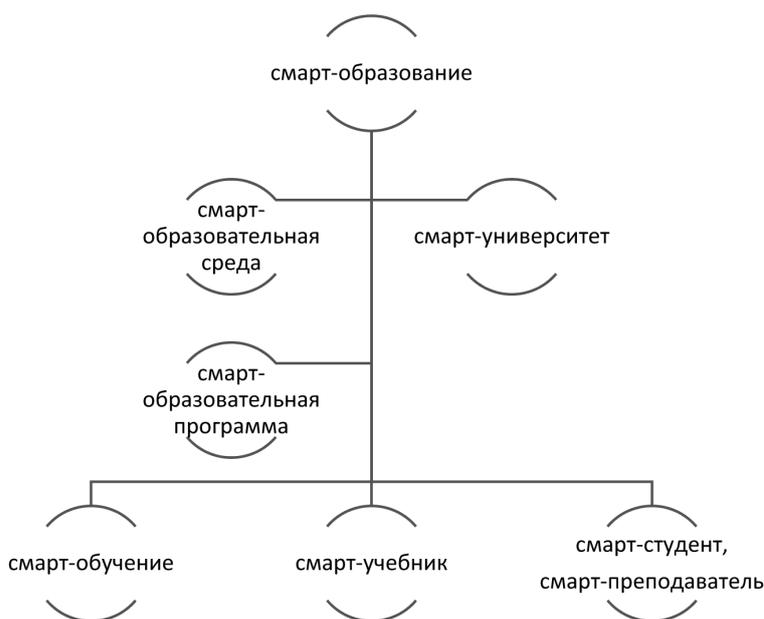


Рис. 2. Элементы смарт-образования

Представление о том, что смарт-образование – это некоторая неотъемлемая часть современного общества уже стало, фактически, самоочевидным. Проведем концептуально-логический анализ данного понятия.

## 5. Понятие «Измерения смарт-образования»

Основные подходы, которые позиционируют смарт-образование как особый и новый тип образования, можно разделить на три типа:

- технологический, предполагающий что основное различие состоит в используемых технологиях,
- организационный, предполагающий, что сама организация образовательного процесса определяет, какой вид образования перед нами, и
- педагогический, ориентированный на форму подачи материала, формируемые навыки и результаты обучения.

Эти типы подходов, в целом, соответствуют тому, что удобно обозначить понятием «измерения смарт-образования». Данное понятие можно определить как существенные аспекты смарт-образования, участвующие в формировании целостной его системы и невозможные друг без друга.

**Технологическое (ИКТ) измерение смарт-образования** делает акцент на том, что развитие технологий само по себе уже неизбежно приводит к изменениям в сфере образования, которые подпадают под концепцию смарт. Во-многом, это изменения, инициированные «снизу», то есть теми, кто непосредственно вовлечен в образовательный процесс, но не регламентирует его и не создает нормативную базу. Например, использование социальных сетей в образовательном процессе – это, чаще всего, инициатива преподавателей и студентов вузов. Никакой регламентации, никакого «официального» включения социальных сетей, например, в существующую LMS вуза не происходит. Технологии веб 2.0, на использовании которых должна быть построена современная система обучения и предполагающие активное созда-

ние контента всеми участниками, не всегда используются во всем спектре своих возможностей. Важной чертой технологий, на основе которых развивается смарт-образование, является их интерактивность, способность к интеллектуальному анализу данных и т.п. Еще один важный момент – это способность современных ИКТ персонализировать данные, создавать, фактически, виртуальную личность пользователя, на которую ориентированы автоматически формируемые в результате поисковых запросов предложения, прежде всего, в сфере маркетинга и рекламы. Технологии не зависят от платформы и локализации пользователя, активно развиваются различные кроссплатформенные технологии синхронизации контента на различных устройствах и в разных операционных системах и т.п. В образовательном процессе также могут быть использованы различные мультимедийные возможности, позволяющие создавать разнообразный учебный контент.

С технологической точки зрения легко проследить отличие смарт-образования от, в первую очередь, традиционного обучения и несколько сложнее – от электронного обучения, в котором также используются ИКТ. Традиционное обучение, под которым, подразумевается, прежде всего, процесс обучения «face to face», включает в себя использование определенного мультимедийного контента, но его использование ограничено, включает в себя только вспомогательные технологии, основной процесс обучения проходит в виде очных занятий, тренингов, лекций, практических, лабораторных работ – в зависимости от ступени и направления обучения. Технологии смарт, с одной стороны призваны, сделать «эффект присутствия» обучающегося таким же, как и при традиционном обучении, с другой – они позволяют значительно ускорить обмен контентом, меняют его качество, позволяют вступать в большее число «горизонтальных» коммуникационных связей и вообще значительно ускоряют и упрощают процесс коммуникации между участниками образователь-

ного процесса, которым нет необходимости ждать «очной» встречи, чтобы вступить в коммуникацию и совместно работать с каким-либо контентом. В отличие от уже привычного e-learning, который выступает как вспомогательный инструмент, с ограниченным спектром применения, и который зачастую отдаляет участников образовательного процесса друг от друга, смарт-технологии позволяют, фактически, заменить реальное присутствие виртуальным. Системы традиционного образования с использованием ИКТ-технологий достаточно «зарыты», они не всегда позволяют интегрировать различные инструменты. В то время как технологии смарт-обучения – это «бесшовные» технологии, позволяющие интегрировать различные системы на основе гибких стандартов.

Таким образом, основными характеристиками, которым должны соответствовать ИКТ, используемые в рамках смарт-обучения, являются «бесшовность» – обеспечение совместимости между программным обеспечением разработанным для разных операционных систем, независимость от времени и места, мобильность, повсеместность, непрерывность, обеспечивающие простоту доступа к учебной информации, автономность преподавателя и учащегося за счет использования мобильных устройств доступа к учебной информации.

Здесь мы подходим к другому измерению смарт-образования, а именно, **организационному**. Если мы примем во внимание, что технологии сами по себе являются лишь инструментом, помогающим ускорить и упростить координацию и коммуникацию то, следовательно, для того, чтобы образование могло перейти на новый уровень, стало смарт-образованием нового типа, для него нужна новая организационная структура, соответствующая принципам «смарт». Система образования включает в себя несколько основных компонентов: образовательные программы различных уровней и направленности, образовательные стандарты и требования, правила организации образователь-

ного процесса, которые регламентируются нормативно-правовой базой, формы организации обучения (целенаправленная организация содержания, обучающих средств и методов), преемственные формы получения образования, сеть образовательных учреждений и научных организаций, реализующих образовательные программы различных уровней и направленности, органы, осуществляющие управление в сфере образования, и подведомственные им учреждения и организации, типы образовательных ресурсов. Для создания системы смарт-образования, все эти компоненты системы образования должны подчиняться общим принципам, которые, собственно, и делают образование «смарт».

Образовательные программы, согласно концепции смарт-образования, должны формироваться, исходя из возможности «тонкой» профилизации обучения. В формировании образовательной программы должны реально учитываться индивидуальная образовательная траектория каждого обучающегося (что требует анализа большого количества данных и невозможно без использования технологий дата-майнинг, big data и т.п.) и возможность интеграции различных образовательных программ. Предполагается, что образовательные программы должны соответствовать принципу непрерывного образования (lifelong learning), то есть допускать не только интеграцию между образовательными программами в рамках одного направления подготовки (разных профилей), но и допускать возможность учета, например, курсов вузовского образования при корпоративном обучении или, наоборот, дополнительные практические курсы могут быть интегрированы в общую систему. Все это должно иметь нормативно-правовое регулирование.

Особое внимание следует уделить управлению образовательным контентом и образовательными ресурсами в смарт-образовании. Планируется, что электронные учебные материалы будут регулярно корректироваться преподавателями, дополняться «свежей» информа-

цией с профессиональных сайтов и блогов. Это значит, что учащиеся смогут изучать актуальный материал, становиться профессионалами, которые знают современный уровень развития профессиональной деятельности. Для достижения подобного эффекта необходимо реализация управления академическими знаниями.

Управление академическими знаниями должно обеспечить максимальную гибкость в разработке и использовании образовательного контента в учебном процессе. Необходимый уровень гибкости может быть достигнут за счет разработки схемы учебного контента, которая бы могла наполняться или обновляться преподавателем и/или студентом самостоятельно.

И технологический, и организационный аспекты смарт-образования необходимы, по сути, для формирования третьего аспекта смарт-образования, системы соответствующих когнитивных компетенций, общей когнитивной компетентности обучающихся, т.е. *педагогическое изменение*. В системе личностных компетенций мы отводим центральное место именно когнитивным компетенциям, поскольку сама система образования, преимущественно, нацелена на развитие этих компетенций. Тем не менее, развитие, собственно, когнитивных способностей невозможно без развития других аспектов личности, о которых будет сказано позже.

Интеграция процессов производства, трансляции, получения и использования знаний. Способность ориентироваться в этой сложной системе. Необходимо понимать, что современное общество, которое определяют, как смарт-общество, информационное, общество, в котором должен быть реализован во многом новый проект общества знаний предполагает, что будут наиболее востребованы те способы работы с информацией и знаниями, которые были в меньшей степени востребованы на предыдущих этапах общественного развития. Так, например, навыки механического запоминания, которые были исключительно важны в бесписьменную эпоху, постепен-

но теряют свое значение, в современном обществе, когда доступ к огромным объемам информации можно свободно получить в течение считанных секунд. Также, с развитием технологий, теряют свое значение различные механистические, рутинизированные когнитивные процедуры, такие, как решение тривиальных математических задач. Таким образом, необходимо сформулировать требования к тому, какие когнитивные способности, входящие в состав когнитивной компетентности обучающихся, требуется развивать. Также возникает вопрос о том, каким образом нужно формировать базовые когнитивные навыки, которые, во многом, являются механистическими, так, чтобы на их формировании не заканчивалось когнитивное развитие.

Общим признаком когнитивной компетенции предлагается обозначить когнитивно-сложное мышление. Такое мышление предполагает способность видеть сложную структуру явлений, воспринимать не только одну причину какого-либо явления, но комплекс причин, давать взвешенную оценку, видеть альтернативы, избегать однозначного бинарного выбора. Именно такой способ мышления необходим в современном обществе, в котором, к счастью, невозможно формирование единственно-верной системы представлений о мире. Большее преимущество получают те системы знаний, которые способны адаптироваться к изменениям, редуцировать сложность реальности до приемлемого уровня, а для этого, согласно кибернетическому принципу необходимого разнообразия, перенесенному в когнитивную сферу, им самим следует обладать внутренней сложностью и гетерогенностью. Неопределенность условий, в которых оказывается современный человек, быстрое изменение технологических и общественных условий, появление новых возможностей требует актуализации комплекса когнитивных способностей, для формирования которых и необходимо изменение системы образования в соответствии с парадигмой смарт-образования. Автоматизация определенных

интеллектуальных процессов и функций предполагает особенную ценность того, что невозможно алгоритмизировать, уникального, нетривиального взгляда на вещи, способности формировать свой взгляд в процессе коммуникации и т.п.

## Выводы

Смарт-технологии имеют большой потенциал для того, чтобы стать приоритетной производственной технологией, обеспечивающей экономическое развитие общества. Отличительной характеристикой смарт-технологий является их способность к мгновенному реагированию на изменения во внешней среде. В условиях динамично развивающихся технологий и информационной среды, количество факторов внешней среды и скорость их изменения постоянно возрастает. Таким образом свойство «смарт» становится востребованным в управлении многими процессами и системами, в том числе и образовании. Необходимость формирования концепции смарт-образования подтверждается

развитием ИКТ и образовательной среды, трансформациями в обществе. В настоящий момент наблюдается нарастание разрыва между потенциалом использования ИКТ, готовностью слушателей к использованию ИКТ в учебном процессе, и их реализацией в профессиональном образовании. Технологические, экономические и социальные факторы обуславливают потребность в создании концепции смарт-образования.

Ключевым элементом концепции смарт-образования является смарт-обучение, которое невозможно без накопленного опыта электронного обучения (e-learning). Основная задача смарт-обучения создавать условия получения новой эффективности в учебном процессе. Новая эффективность достигается студентами, изучающими университетскую программу, преподавателями и университетом в целом. Применение смарт-обучения требует комплексного подхода, включая организационный подход, технологический и педагогический. В основе смарт-обучения лежит стратегическое решение ру-

ководства о создании и поддержки условий развития смарт-обучения, что обеспечивается принятием стратегии университета или дорожной карты. Технологический подход должен решить задачи взаимодействия участников учебного процесса, как в образовательной среде, так и за ее пределами. Педагогический подход обеспечит разумное использование средств и технологий обучения для достижения новой эффективности студентами и преподавателями. Новая эффективность, достигаемая студентами может включать интеграцию в профессиональное сообщество, компетенции инновационной проектной деятельности, практико-ориентированные компетенции.

Развитие концепции смарт-образования соответствует развитию новой технологической парадигмы в мире. Во многих странах университеты и органы управления образования обратили внимание на открывающиеся возможности в образовании. Сейчас концепция смарт-образования только зарождается и экспертам предстоит ответить на множество вопросов.

## Литература

1. *Комлева Н.В.* Модели и инструменты инновационного развития образования в открытой информационной среде: Монография. – М.: МЭСИ, 2013. – 199 с.
2. *Тихомиров В.П.* Мир на пути Smart Education: новые возможности для развития// Открытое образование. 2011. № 3, С. 22–28.
3. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 21.07.2014) «Об образовании в Российской Федерации».
4. *Шевцова И.* Учебно-методическая поддержка студентов в учебном процессе с использованием свободных веб-сервисов// Сборник докладов и тезисов Форума Преподаватель в среде e-learning. – Московский государственный университет экономики, статистики и информатики Москва, 2014. – С. 142–146.
5. *Dong Uk Im, Jong Oh Lee.* Mission-type Education Programs with Smart Device Facilitating // International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol. 8, No. 2, March, 2013.
6. European Investment Bank (2012) JESSICA for Smart and Sustainable Cities//Horizontal Study Smart Technology based Education and Training// SMART DIGITAL FUTURES. Netherland: Amsterdam: IOS Press BV 2014
7. Ji-Seong Jeong, Mihye Kim and Kwan-Hee Yoo. A Content Oriented Smart Education System based on Cloud Computing//International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol.8, No.6 (2013), pp.313–328 <http://dx.doi.org/10.14257/ijmue.2013.8.6.31>
8. Smart Technology based Education and Training// SMART DIGITAL FUTURES. Netherland: Amsterdam: IOS Press BV 2014.
9. *Stefan Hurlbaus,* M.ASCE; Tim Stocks; and Osman E. Ozbulut, (2012) Smart Structures in Engineering Education// JOURNAL OF PROFESSIONAL ISSUES IN ENGINEERING EDUCATION & PRACTICE © ASCE / JANUARY 2012 .
10. Yunfeng Zhang and Le-Wu Lu. (2008) Introducing Smart Structures Technology into Civil Engineering Curriculum: Education Development at Lehigh University// JOURNAL OF PROFESSIONAL ISSUES IN ENGINEERING EDUCATION AND PRACTICE © ASCE / JANUARY 2008 / 41–48.

# Комплексная трансформация предприятия при переходе к процессному управлению<sup>1</sup>

*В статье обсуждается вопрос изменения организационной структуры предприятия при переходе к процессному управлению. Делается предположение, что успех внедрения процессного подхода неразрывно связан с комплексным изменением организационно-экономических отношений, существующих на данном предприятии.*

**Ключевые слова:** процессное управление, функциональное управление, информационный менеджмент.

## A COMPLEX TRANSFORMATION OF A PROCESS ORGANIZATION

*The article is dedicated to a transformation of an organizational structure of the organization which starts its process transformation. It is suggested, that a success of the process transformation strongly depends on the ability of a company make a complex change in an organizational structure.*

**Keywords:** Process management, functional management, information management.

### 1. Функциональный подход к работе предприятия

Мы много говорим о недостатках функционального подхода к организации деятельности предприятия и необходимости перехода к процессному управлению, однако, никто не определил, что есть функциональный подход к организации деятельности компании. Часто путают функциональное организационное деление, иерархическое управление и бюрократический способ организации работ. Каждый по отдельности является основополагающим для современного организационного строительства, вместе они образуют гремучую смесь.

Деление организации на функциональные подразделения предполагает группировку сотрудников, выполняющих сходные по сути работы, в рамках одного структурного подразделения. Такое организационное строение является гибким и эффективным. Современные предприятия будут

и впредь широко его применять, комбинируя с другими способами организационных группировок, сформулированными Г. Минцбергом [2]. Принцип иерархического управления организацией так же является основополагающим при современном организационном строительстве. Он определяет пирамиду разделения полномочий между участниками.

Концепция рациональной бюрократии, сформулированная М. Вебером [3], сохраняет актуальность и поныне. Бюрократический способ организации работ предполагает единоначалие, без которого, кажется, не может обойтись сегодня ни одна организация. Сотрудник получает все указания только от непосредственного руководителя, а если поручение будет дано через голову прямого начальника, последний не сможет его контролировать и отвечать за результат. Как следствие, если сотрудник захочет передать работу на один шаг следующему участнику, он

делает это через своего руководителя. А если следующий участник работает в другом подразделении, приходится подниматься на такой уровень иерархии, где у обоих подразделений есть общий начальник. В результате, чтобы осуществить передачу задания на один шаг, приходится делать дополнительно несколько шагов: вверх – эскалация и вниз – делегирование (см. рис. 1). Эти дополнительные шаги не увеличивают ценность, но добавляют стоимость, поэтому могут быть исключены. Поскольку начальник поручает работу подчиненному и контролирует её выполнение, он оказывается одновременно потребителем результата. Он рассматривает этот результат с позиций интересов подчиненного ему подразделения, а не с позиций интересов потребителя, который оплачивает товар или услугу, на что обращали внимание М. Хаммер и Дж. Чампи [4].

Подобную систему управления можно называть организаци-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России, в рамках базовой части государственного задания № 2014/122 шифр 2966



**Игорь Григорьевич Фёдоров**  
 к.т.н., доцент кафедры экономических информационных систем и информационной безопасности  
 Российский Экономический Университет им. Г.И. Плеханова,  
 E-mail: Igor.Fiodorov@mail.ru

**Igor G. Fiodorov**  
 PhD in Computer Science, the Department of Computer Systems in Economics,  
 Plekhanov Russian University of Economics (PRUE)  
 E-mail: Igor.Fiodorov@mail.ru

онно-распорядительной или организационно-административной [5]. Иностраный термин «бюрократический» достаточно точно соответствует русскому слову «приказный» или «директивный». Существующий сегодня т.н. директивный документооборот означает в узком смысле учет движения документов, а в широком – концепцию управления, когда задания передаются исполнителю только через его начальника. Именно директивный документооборот в широком смысле мы подразумеваем, когда говорим о функциональном управлении.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие важные выводы. Способ управления, который мы привыкли называть термином функциональное управление, на самом деле является соединением функционального способа структуризации организационных подразделений компании и бюрократического способа организации работ. Оба способа являются основополагающими для современного организационного строительства. Результатом такого объединения являются многочисленные информационные потоки вверх и вниз структурной иерархии компании. Очевидно, что усилия, направленные на обеспечение этих потоков, увеличивают стоимость, он не увеличивают ценность, следовательно, необходимо предпринять меры, для сокращения усилий на поддержание этих потоков, при этом, необходимо предпринять меры, чтобы менеджмент предприятия не потерял возможности контроля рычагов и управления компанией.

## 2. Производительности труда и информационный менеджмент

Дж. Гейлбрайт [1] связал производительность труда предприятия с его способностью предприятия обрабатывать внутренние информационные потоки. Он утверждает, чтобы добиться повышения производительности труда нужно стремиться к сокращению внутренних информационных потоков, которые связывают сотрудников организации, и увеличивать способность этих сотрудников обрабатывать эти потоки. Гейлбрайт показал, чем лучше формализовано производственное задание, тем меньше времени тратится на его выполнение, в результате чего производительность труда увеличивается. Мы используем данный подход, чтобы выявить факторы повышения производительности труда с позиции информационного менеджмента. В настоящее время широко применяются функциональный и процессный подходы к управлению предприятием, однако вопрос об изменении информационных потоков в результате перехода к процессному управлению остается не исследованным. Сравним функциональный и процессный подходы к управлению предприятием с позиций информационного менеджмента.

Как считает Г. Гейлбрайт, существует несколько подходов, направленных, чтобы помочь функциональной организации справиться с возникающими информационными потоками. Чтобы сокращать внутренние информационные потоки,

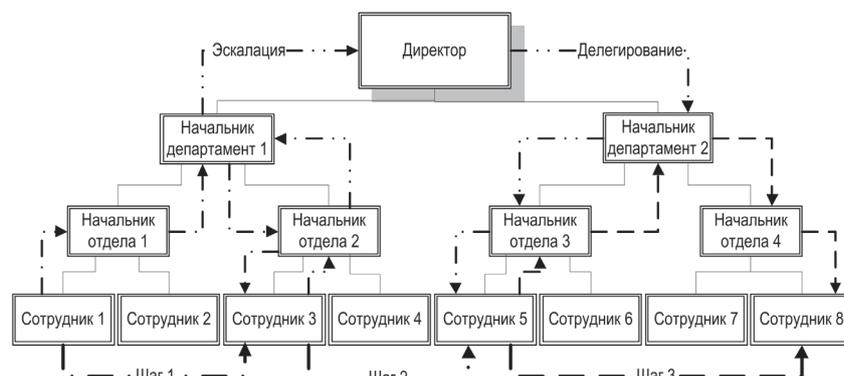


Рис. 1. Потоки управления в бюрократической организации

он предложил использовать резервирование ресурсов и создавать т.н. автономные производственные задания. Чтобы увеличивать способность предприятия обрабатывать эти потоки, следует внедрять т.н. «вертикальные ИС», автоматизирующие информационный обмен между сотрудниками на разных уровнях организационной иерархии, и развивать «горизонтальные связи между исполнителями на одном уровне иерархии [1]. Рассмотрим эти предложения подробнее.

Резервирование предполагает использование большего количества ресурсов (людских, производственных и финансовых), чем это необходимо для выполнения стандартного задания. Оно осуществляется на случай возникновения непредвиденной повышенной входной нагрузки или изменения ситуации на рынке [6]. Резервируемые ресурсы могут быть немедленно доступными для использования (например, свободные работники), восстанавливаемыми (например, накладные расходы) или потенциальными (например, способность заимствовать средства на развитие). Влияние резервируемых ресурсов на эффективность работы компании является предметом научных споров [7]. С одной стороны, резервируемые ресурсы можно рассматривать как избыточные, увеличивающие затраты и снижающие эффективность работы предприятия. С другой стороны, резервируемый ресурс обеспечивает предприятие потенциалом для немедленного реагирования на изменение внешних условий бизнеса. Согласно неоклассической микроэкономической теории, цель фирмы заключается в максимизации прибыли, так что менеджеры, действуя в интересах владельцев, стремятся к сокращению расходов. Исходя из этой цели, предприятие должно минимизировать затраты и работать на максимальном уровне эффективности. При таком подходе резервирование считается недопустимым и является синонимом слова «расточительность». Однако признано, что большинство организаций поддерживают некоторый запас неиспользуемых или недоста-

точно задействованных ресурсов, что означает, что по какой-то причине, эти организации не работают с максимальной эффективностью, причем уровень резервирования приблизительно одинаков в разных странах и различных отраслях [8]. Современная экономическая наука признает существование резервируемых ресурсов. Как показал Г. Лейбенштейн за исключением отдельных высоко конкурентных рынков, фирмы не стремятся быть максимально эффективным [9], таким образом, резервирование ресурсов признается поведенческой нормой. При этом, вопрос выбора необходимого объема резервирования остается открытым. Мы вернемся к рассмотрению этой проблемы ниже в части резервирования людских ресурсов исполнителей процесса.

Автономность задачи означает, что исполнитель имеет в наличии всё необходимое для ее выполнения: исходные материалы и комплектующие, инструменты и принадлежности, исполнитель знает, как выполнить эту работу. Д. Гейлбрайт рассматривает два способа повысить автономность задания. Во-первых, задание должно быть полностью понятно исполнителю, в противном случае, его выполнение потребует изучения и освоения новых трудовых навыков. Для этого предполагается разделять производственные задания на стандартные, хорошо формализованные, которые могут быть сгруппированы в единый бизнес-процесс и не стандартные, число последних следует минимизировать. Во-вторых, он предлагает перегруппировать сотрудников организации, вместо исходной группировки по функциям, он предлагает объединение по продуктам или услугам, таким образом, чтобы каждая группа имела собственный набор необходимых ресурсов. Это, по его мнению, уменьшает избыточные информационные потоки вверх и вниз иерархии, ограничивая их пределами образованной организационной группы.

Вертикальные информационные системы связывают исполнителей на разных уровнях управленческой иерархии, помогают

собирать информацию из низовых звеньев, аккумулировать и обрабатывать её, чтобы упростить принятие управленческих решений на верхнем уровне. С их помощью руководство узнает о всех исключительных ситуациях, возникающих в ходе выполнения производственного задания.

Горизонтальными называются связи между смежниками – исполнителями, выполняющими взаимосвязанные работы. Поскольку эти сотрудники принадлежат разным подразделениям, которые принято рассматривать как функционально обособленные структурные единицы, каждая со своими локальными интересами, принято вводить т.н. координирующие или связующие позиции. Роль координатора заключается в контроле за движением производственного задания, чтобы своевременно выявлять все отклонения в его ходе исполнения, и оперативно оповещать всех заинтересованных участников. Обратим внимание, что координирующая роль не наделена правами разрешать конфликты, но только эскалировать проблему ответственным функциональным менеджерам, таким образом, объем информационных потоков не уменьшается.

Критики реинжиниринга замечают, что узкая специализация исполнителей и разделение труда приводят к уменьшению размера каждого производственного задания и, как следствие, увеличению числа исполнителей. При этом, как справедливо указывает М. Желены [10], увеличиваются затраты на координацию отдельных работ процесса, возникает особый слой работников, которые сами производственной деятельностью не занимаются, но нацелены на координацию работ. Из практики известно, при бесконтрольном росте числа исполнителей, затраты на координацию, сперва, становятся соизмеримы с затратами на производственные операции, а потом начинают превышать их. Поэтому М. Желены считает, что реинжиниринг означает реинтеграцию процесса «отчасти спонтанное реагирование на крайности специализации и разделения труда». Он

считает, что реинтеграция должна осуществляться в трех основных направлениях: реинтеграция работ объединяет подзадачи в более крупные интегрированные блоки и комплексы; реинтеграция рабочей силы позволяет исполнителям самим выполнять и координировать большие части процесса; реинтеграция знаний – отказ от узкой специализации означает, что возникает потребность в специалистах широкого профиля. С данным утверждением можно согласиться, если считать, что переход на процессное управление осуществляется организационными методами. В случае перехода на процессное управление с помощью СУБП последние берут на себя значительную часть забот по координации отдельных исполнителей. Благодаря этому удается организовать совместную работу большого числа исполнителей, не внося дополнительных накладных расходов на их координацию. Таким образом, процессное управление в среде СУБП позволяет сократить накладные расходы на координацию.

Как отмечает Г. Минцберг, способ координации работ, влияет на норму управляемости и размер структурного подразделения [2]. Поскольку выполнение сложных задач трудно контролировать, вместо усиления прямого контроля чаще используется взаимное согласование, при этом работники вынуждены тесно общаться, однако подобные коммуникации могут быть эффективными только в небольшой рабочей единице. В тех случаях, когда предприятие заменяет прямой контроль на стандартизацию, норма управляемости увеличивается, что подтверждается примерами промышленных предприятий, где менеджеры в состоянии управлять крупными производственными участками. Промышленные предприятия начинали со стандартизации выпуска, устанавливая жесткие требования к результатам работы, что потребовало стандартизации квалификации исполнителей, в конечном счете, они пришли к стандартизации рабочих процессов. Переход к процессному управлению предполагает использование тех же

форм стандартизации, что позволит отказаться от прямого контроля. В результате, норма управляемости процессного предприятия может быть увеличена, что позволит менеджерам в непромышленной сфере управлять большим числом исполнителей.

### 3. Процессное управление

Внедрение процессного управления с использованием СУБП позволяет уменьшить влияние перечисленных факторов. Переход на процессное управление позволяет максимально точно рассчитать потребность предприятия в требуемых трудовых ресурсах, локализовать узкие места процесса, вычислить запас прочности, который имеет существующий процесс при существующем штатном расписании относительно возможного изменения входящей нагрузки. Тем самым сокращается потребность в резервировании трудовых ресурсов. Бизнес-процессы состоят из последовательности хорошо формализованных простых заданий, так что логика исполнения каждого может быть легко понята каждым работником. Бизнес-процесс связывает исполнителей из разных подразделений в обход их непосредственных руководителей. Это позволяет исключить избыточные информационные потоки, выполняемые вверх и вниз по штатной иерархии. С целью сокращения излишних информационных потоков, направленных вдоль иерархии управления, следует предусмотреть набор условий, при выполнении которых, сотрудник может передать производственное задание непосредственно своему смежнику, вдоль процесса, минуя согласование с непосредственным начальником. «Виртуальный» канал, связывающий смежников по исполнению общего производственного задания, будем называть бизнес-процессом. Таким образом, стандартизация рабочих процессов позволяет сократить потребности в прямом контроле и увеличить норму управляемости. Однако таким путем могут перемещаться только те задания, которые соответствуют

четко определенным требованиям. А если задание не соответствует установленным нормативам, оно будет передаваться обычным способом, включая все эскалации и делегирования. При таком способе выполнения работ руководитель не теряет рычагов управления, поскольку уверен, что будет оперативно и вовремя оповещен обо всех ситуациях, когда процесс отклонился от норматива, например, отстал от расписания.

Часто бизнес-процесс смешивают с движением документа. Различие между процессом и документооборотом в следующем: жизненный цикл процесса шире, чем у одного документа, обычно он покрывает несколько документов. Например, процесс «от заказа до отгрузки» подразумевает работу с несколькими документами: «заявкой» – содержащей пожелания клиента; «сметой» – описывающей экономическую сущность заказа; «заданием» – являющимся инструкцией по изготовлению заказа; «счетом» – который является платежным документом; наконец «накладной» – сопровождающей отгрузку товара или услуги. На разных этапах исполнения процесса соответствующий документ становится объектом управления, определяя статус исполнения всего процесса.

В рамках распорядительного документооборота, все документы рассматриваются по отдельности. Для контроля исполнения отдельных поручений, возникающих в рамках работы с документом, компании ведут разнообразные журналы регистрации документов, фиксируют резолюции, связанные с документами, что, в конечном счете, позволяет определить текущее состояния обработки, оперативно получать агрегированную информацию о состоянии исполнения документов. В рамках бизнес-процесса все документы рассматриваются во взаимосвязи, большое внимание уделяется и переносу информации из одного документа в другой. Компании, внедряющие электронный документооборот, сталкиваются с ситуацией, когда приемы и методы работы, хорошо

зарекомендовавшие себя с «бумажным» документом, оказываются малопригодными, если прямолинейно переносятся в электронную форму. Кажется, все так просто, достаточно сформировать пакет, содержащий текстовые или отсканированные документы, и пересылать его между участниками, повторяя маршрут бумажного документа. Однако такой электронный документооборот не приносит ожидаемых выгод или работает даже хуже, чем бумажный. Известно, что внедрение электронного документооборота не сокращает объема бумажных документов, но существенно увеличивает его [11]. Участники многократно распечатывают документы. Можно сколько угодно говорить о поддержке версионности документов в электронном хранилище, но как только пользователь распечатывает документы, контроль за версионностью теряется. Не следует сводить СУБП к электронной почте, когда пользователь совершенно произвольно выбирает следующего участника и может послать пакет с документами любому сотруднику организации. В этом случае теряется преимущество оперативного контроля за исполнением экземпляра процесса. В результате, работать становится менее удобно, чем в электронной почте, а преимущества управления бизнес-процессами теряются.

Надлежит более подробно, чем в случае бумажного документооборота, описывать процесс. Например, пока обрабатывались бумажные документы, работа шла последовательно, т.к. в любой момент времени документы могли физически находиться только в одном месте. Когда документы перевели в электронную форму, возникло естественное желание распараллелить обработку. При этом следует продумывать логику параллельной обработки: если в одной из параллельных ветвей исполнитель вернул документы инициатору для уточнения, следует предусмотреть действия исполнителей в параллельных ветвях. Аналогично следует продумать действия участников в случае, когда инициатор отзывает пакет документов

Что бы электронный документооборот оказался эффективным, позволил сократить время обработки и объем потребляемой офисом бумаги, следует подробно описывать предметную область в терминах СУБП, детализировать операции участников процесса до уровня элементарных действий, определяя какие поля в каких документах смотрит каждый участник, с чем сравнивает, как принимает решения. Следует избегать ситуаций, когда все сущности предметной области процесса, вынесены в документы-приложения и не описаны в терминах СУБП, т.е. последний играет роль транспорта, переносящего пакет с прилагаемыми документами между участниками. В этом случае нельзя проверить полноту и правильность заполнения прилагаемых документов, и рутинная обязанность контролировать качество работы ложится на исполнителя. Кроме того, если одна сущность описана в разных документах-приложениях, пользователям удобнее работать с распечатками, чем с экраном.

Можно сделать вывод, что не рекомендуется переносить процессы «бумажного» документооборота в электронную форму без изменения и реинжиниринга. Можно вспомнить слова журналиста-аналитика СNews С. Макарова – «под разговоры об эффективности, бизнес воспроизводит командно-административный стиль управления, заимствованный из госсектора» [12].

#### 4. Изменение организационной структуры предприятия при переходе к процессному управлению

Выскажем предположение, что переход предприятия к процессному управлению не ограничивается изменением организационных отношений между непосредственными участниками взаимодействия, но требует радикального изменения всей структуры управления компанией.

Трансформация структуры управления может проходить в нескольких направлениях. Во-первых, организация может сконцентрировать свое внимание на стандартизации и формализации производственных заданий, ввести нормативы на их выполнение. Однако стандартизация не гарантирует, что задания выполняются правильно и вовремя, поэтому организация «усиливает» горизонтальные связи между исполнителями, вводит роли владельца или координатора процесса. Такая форма называется функциональной структурой управления с горизонтальной надстройкой (см. Рисунок 2.2). Обратим внимание, что владелец процесса не может обратиться напрямую к исполнителю, должен это сделать через соответствующего функционального руководителя, что существенно затрудняет управление и увеличивает накладные расходы. Во-вторых, владелец не управляет ресурсами, он не может

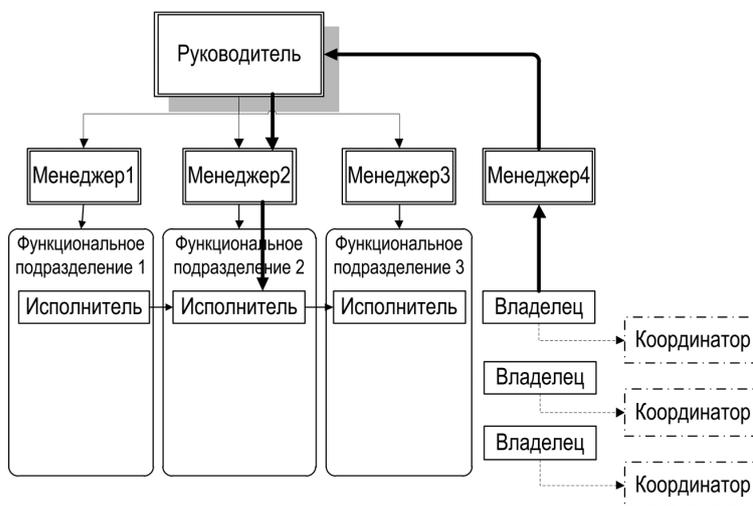


Рис. 2. Функциональная структура с горизонтальной надстройкой

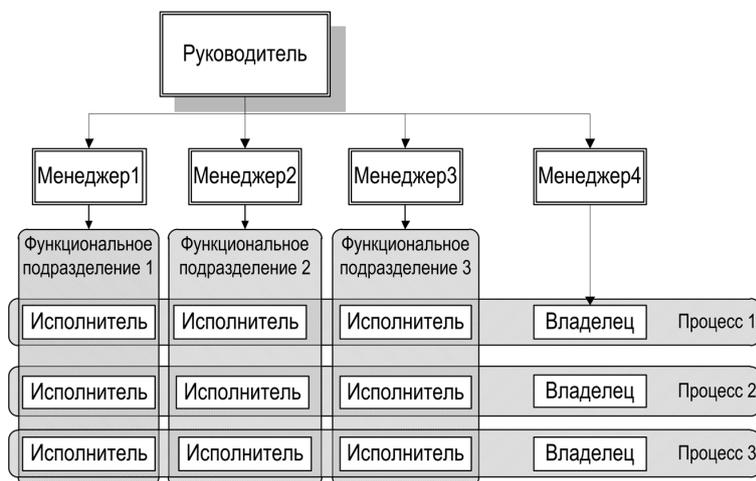


Рис. 3. Матричная организационная структура

самостоятельно принять решение, касающегося исполнителя, но только совместно с функциональным руководителем. Роль владельца оказывается вырожденной, сводится к координации, он не имеет реальных рычагов влияния на исполнителя. Поскольку обращения, осуществляемые через функциональную иерархию, недостаточно эффективны, организация переходит к матричной организационной структуре (см. рис. 2).

В матричной организационной структуре (см. рис. 3) исполнитель оказывается в двойном подчинении, во-первых, по всем текущим вопросам выполнения оперативной деятельности в рамках процесса он рапортует непосредственно владельцу процесса, во-вторых, по прочим вопросам он отчитывается своему непосредственному руководителю. Владелец процесса наделен правом поощрять и наказывать исполнителя, поэтому он имеет рычаги управления процессом. Тут важно соблюсти баланс между двумя ветвями власти. Принято разделять отношения подчинения и координации, первые изображаются на оргграмме сплошными линиями, а вторые – пунктирными. В матричной структуре работник находится в подчинении функционального менеджера и координирует свои работы с владельцем процесса, что и обуславливает недостатки матричной системы управления.

Процессы, чаще всего дифференцируются по выпускаемому продукту, поэтому горизонталь-

ные рабочие группы строятся по продуктовому принципу. Одновременно организация может использовать территориальный принцип разделения своей деятельности, в этом случае, матричная структура оказывается трехмерной, ее создание и управление усложняются. Недостатком такой структуры является сложность разделения полномочий между двумя ветвями власти и, как следствие» возможные конфликты.

Чтобы избавиться от двойственного подчинения предприятия переходят к процессной организационной структуре (см. рис. 4). В процессной организации вся деятельность построена вокруг бизнес-процессов компании. Во-первых, выделены основные процессы, компании, над каждым назначен выделенный владелец, ко-

торый располагает достаточными ресурсами, чтобы управлять всеми исполнителями. Все исполнители находятся в его непосредственном подчинении, что устраняет всякую двусмысленность отношений. Чтобы объединить отдельные процессы в единую систему, в компании создается процессный комитет, в который входят владельцы отдельных процессов, они отвечают за координацию исполнения отдельных процессов. С каждым процессом связан центр компетенции, его задачами являются: постоянное улучшение процессов и формализация способов выполнения работ. Например, если предприятие столкнется с необходимостью впервые решить новую задачу, то может потребоваться разработка нового бизнес-процесса. В компании могут сохраниться функциональные обеспечивающие подразделения, но только для решения общекорпоративных задач, например, для управления персоналом, расчета заработной платы, предоставления ИТ услуг, последние рассматриваются как сервисы, предоставляемые операционным подразделениям.

Рассмотрим подробнее процессную организацию (см. рис. 5), вся ее деятельность разделена по направлениям, по каждому выделены основные производственные процессы. Для согласования основных процессов компании нужен процессный комитет, который объединяет владельцев всех процессов. Изменения процессов

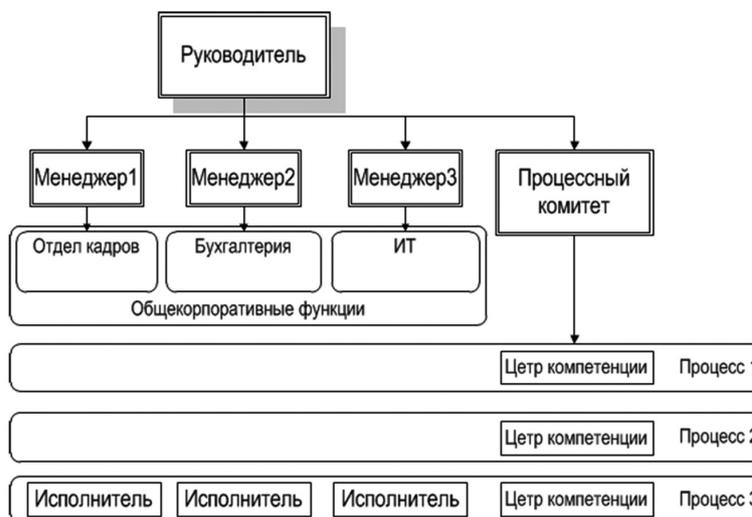


Рис. 4. Процессная организационная структура

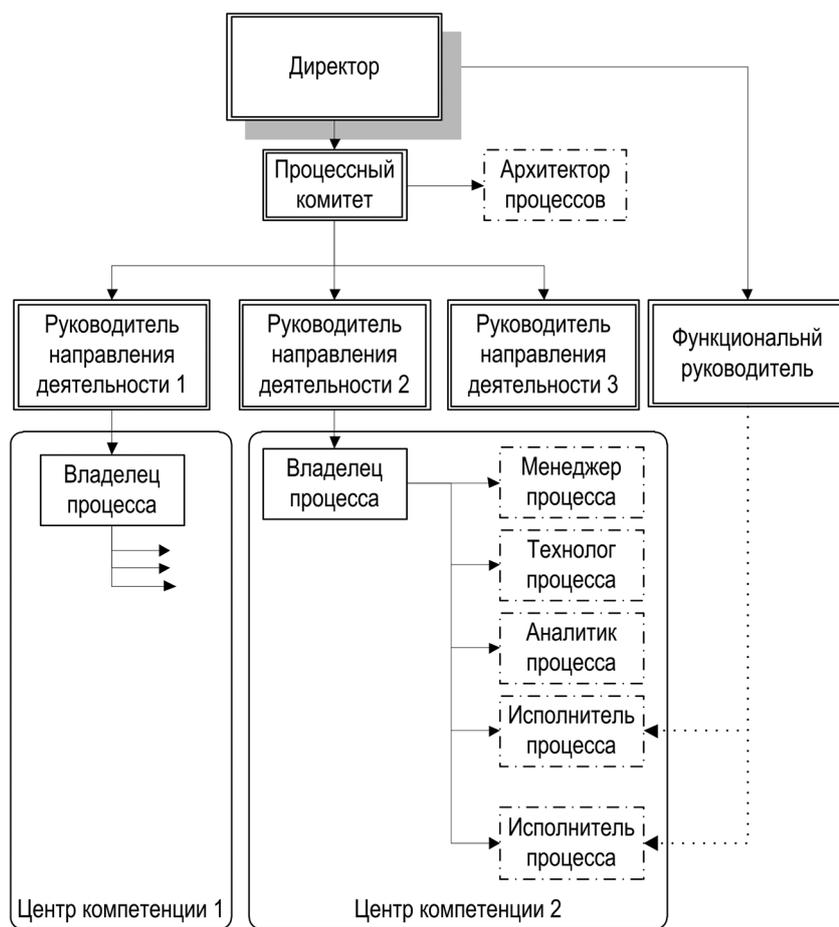


Рис. 5. Процессная организация

и их взаимодействия проводится при участии архитектора процессов компании. Для каждого направления деятельности создан свой центр процессной компетенции, куда, помимо владельца, включены: технолог, который отвечает за правильность исполнения производственного процесса, аналитик, который отвечает за моделирование процессов и исполнители процессов. Недостатком чисто процессной организационной структуры является потеря связей между сотрудниками, выполняющими сходную функцию в разных структурных подразделениях предприятия. Поэтому, можно предусмотреть роли функциональных руководителей, которые координируют работу специалистов со сходными функциями, но в разных процессах предприятия, на рисунке связь изображена пунктирной линией. Такую структуру принято называть процессной организацией с функциональной надстройкой.

### 5. Комплексное изменение организационно-экономических отношений на предприятии

Сделаем вывод, что задача повышения производительности труда предприятий непроизводственной сферы требует целостного подхода к реорганизации всего комплекса организационно-экономических отношений предприятий, включая их переход к поточным методам организации производства, структуризации всей деятельности предприятий вокруг их бизнес-процессов, перестройки структуры управления предприятий в соответствии с выбранными формами организации труда на данном предприятии, внедрения новых информационных систем, направленных на поддержку возникших новых организационно-экономических отношений.

Проведенный анализ показал потребность комплексного изменения организационно-экономи-

ческих отношений на предприятии, как необходимого условия повышения производительности и эффективности труда. Реинжиниринг, структуризация и улучшение системы бизнес-процессов являются необходимыми, но недостаточными условиями перехода к процессному управлению. Для реализации всех преимуществ процессного управления необходимы переход к поточным методам производства и смена структуры управления предприятием. В рамках функциональной структуры процессное управление затруднено из-за конфликта интересов разных структурных подразделений и невозможности для владельца процесса напрямую распоряжаться необходимыми ресурсами, что, возможно, является причиной провалов проектов по реинжинирингу бизнес-процессов. Организационная структура должна трансформироваться таким образом, чтобы она объективно отражала отношения управления, складывающиеся в рамках данной производственной системы.

Можно отметить, что существует потребность в новых современных ИТ средствах, связывающих сотрудников на одном уровне иерархии, обеспечивающих для менеджмента контроль за ходом исполнения производственных заданий. Для поддержки процессного управления на предприятии предложен новый класс «горизонтальных» информационных систем, в задачу которых входит автоматизация рабочих потоков производственных заданий. Такие системы выполняют транспортную и координирующую функции: переносят задания между участниками строго в соответствии с разработанным регламентом, оповещая менеджмент обо всех нарушениях, отклонениях и исключительных ситуациях. Они не должны автоматизировать существующие неэффективные информационные потоки, но должны быть направлены на поддержание новых форм производственных отношений внутри предприятия.

**Литература**

1. Galbraith J., Lavin M, "Information processing as a function of task predictability and interdependence," Alfred P. Sloan school of management, MIT, Cambridge, Massachusetts 02139, Working Paper 1970.
2. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации. Издательский дом «Питер», 2004.
3. Вебер М. Хозяйство и общество. М.: РОССПЭН, 2004.
4. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. Манн, Иванов и Фербер. – М.: 2011.
5. Драчева Е.Л., Юликов Л.И. Менеджмент. – М.: Мастерство, 2002.
6. Oviatt В.М., "Agency and Transaction Cost Perspectives on the Manager–Shareholder Relationship: Incentives for Congruent Interests," Academy of Management Review, No. 13, 1988. pp. 214–225.
7. March J.G., Simon H.A. Organizations. NY: John Wiley and Sons, 1958.
8. Penrose E.T. The Theory of the Growth of the Firm. NY: Wiley, 1959.
9. Leibenstein H., "Allocative Efficiency vs. X-Efficiency," American Economic Review, Vol. 56, 1966. pp. 392–415.
10. Желены М. Информационные технологии в бизнесе. СПб.: Питер, 2002. 1120 с.
11. Sellen A. Harper K., The Myth of the Paperless Office. MIT Press, 2003.
12. Воронина Ю. Компании не хотят автоматизировать свою работу // Российская Газета (Карьера и менеджмент). Апрель, 15 2014. No. 943.

# Совершенствование учебного процесса на основе использования информационной системы управления обучением

*В работе рассматриваются вопросы разработки эффективного учебного процесса, использующего информационную систему управления обучением. Представлен анализ результатов использования системы Blackboard Learning для организации учебной деятельности студентов университета. Построены процессные модели обучения (идеальная и реальная), на их основе сформулированы предложения по совершенствованию учебного процесса.*

**Ключевые слова:** информационные системы управления обучением, комбинированное обучение, процессное управление, модель процесса.

## IMPROVING THE EDUCATIONAL PROCESS BASED ON THE USE OF INFORMATION LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS

*The paper considers with the development of effective educational process, using leaning management system. The analysis of the results of the use Blackboard Learning System for the organization of educational activities to the university students. Built process models of learning (ideal and real) on the basis of their proposals on the improvement of the educational process.*

**Keywords:** Leaning management system, Blended learning, process management, process model.

### 1. Введение

В современном обществе необходимость совершенствования образовательных технологий, внедрения инновационных методов обучения не подвергается сомнению. Возрастающий объем информационных потоков, глобальное влияние информационных технологий на все отрасли экономической деятельности находят свое отражение в образовательной сфере [1]. Всем участникам образовательного процесса очевидна невозможность использования только традиционных методов обучения.

Наиболее актуальными являются технологии электронного обучения, которые можно условно разделить на электронное обучение (E-learning) и комбинированное обучение (Blended learning). Применение информационных техно-

логий в образовательном процессе позволяет решить ряд принципиально важных задач, недоступных при использовании традиционных методов. Такими задачами являются: актуализация учебных материалов, возможность формирования единой базы методического обеспечения для студентов разных форм обучения и разных специализаций, использование автоматически генерируемых заданий для текущего и итогового контроля, поддержка в актуальном состоянии истории обучения и оценок для каждого студента.

На сегодняшний день большой популярностью, как в высшей школе, так и в корпоративной среде пользуются информационные системы класса Learning management system (LMS, буквально – системы управления обучением). Анализ публикаций в журналах и материа-

лов электронных ресурсов (аналитических, информационных сайтов и пр.) показывает, что университеты внедряют как готовые, популярные на рынке программных продуктов системы (наиболее известные MOODLE, Blackboard learning), так и собственные разработки [2, 3, 4, 5, 6]. В подавляющем большинстве случаев обсуждаются результаты внедрения LMS в дистанционное обучение.

Не смотря на значительное количество эмпирических исследований и методических публикаций, посвященных использованию информационных технологий в образовании, вопросы построения информационных и процессных моделей электронного обучения разработаны не достаточно.

Отсутствие моделей делает не возможным процедуры анализа и совершенствования образователь-



**Александра Борисовна Кригер,**  
канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры бизнес-информатики  
и экономико-математических  
методов  
Тел: (904) 627-97-81  
Эл. почта: [kriger.ab@dyfu.ru](mailto:kriger.ab@dyfu.ru)  
Школа экономики и менеджмента  
Дальневосточного федерального  
университета  
[http://www.dyfu.ru/schools/school\\_of\\_economics\\_and\\_management/](http://www.dyfu.ru/schools/school_of_economics_and_management/)

**Aleksandra B. Kriger,**  
Ph.D., Associate Professor of chair  
Business Informatics and Mathematic  
methods in Economy  
Tel.: (904) 627-97-81  
E-mail: [kriger.ab@dyfu.ru](mailto:kriger.ab@dyfu.ru)  
SEI HPE "Far Eastern Federal  
University"  
[http://www.dyfu.ru/schools/school\\_of\\_economics\\_and\\_management/](http://www.dyfu.ru/schools/school_of_economics_and_management/)

ного процесса, затрудняет формирование количественных оценок эффективности использования ИТ в обучении. В связи с этим задача разработки моделей процесса обучения, использующего электронные и комбинированные технологии, является актуальной.

Данная работа обобщает результаты использования LMS Blackboard Learning для методического обеспечения самостоятельной работы и контрольных мероприятий студентов очной формы обучения. Представлен анализ статистики использования элементов учебного курса, выявлены закономерности в деятельности студентов и в результатах в освоении дисциплины. Разработаны модели процесса обучения: идеальная («как должно быть») и реальная, отображающая фактическую деятельность студента («как есть»). Проведен анализ несоответствий. Сформированы предложения по совершенствованию организации и управления учебным процессом, использующим возможности LMS.

## 2. Функциональные возможности LMS Blackboard Learning

Learning management system (LMS) – это специализированные информационные системы, которые можно отнести к классу автоматизированных систем обучения. Однако, объективно функционал LMS значительно шире. Назначение систем данного класса состоит в создании полнофункциональной образовательной среды, которая обеспечивает все составляющие учебной деятельности. В том числе обеспечения учебными материалами, организации практических занятий и самоподготовки, реализации тренингов и аттестационных мероприятий. Внедрение LMS не только позволяет избежать рутинной работы для преподавателя. Можно утверждать, что для современного студента использование виртуальной среды обучения более привлекательно, нежели работа с печатными учебными пособиями, посещение очных консультаций или дополнительных занятий.

LMS Blackboard Learning является одной из наиболее популярных в российских университетах систем управления обучением (см. материалы официального партнера компании Blackboard в России [6]). Система имеет широкие функциональные возможности. Особенностью является возможность использовать как элементы файлы различных форматов. Базовые функции системы Blackboard Learning:

- Создание и редактирование содержимого учебного курса;
- Осуществление доступа к учебным курсам, Работа с учебными материалами хранилищами данных;
- Разработки / загрузка заданий для контроля и аттестации;
- Поддержка в актуальном состоянии информации о достижениях студентов;
- Поддержка онлайн-взаимодействия студентов с преподавателями и консультантами.

При правильном формировании настроек, информационная система позволяет собрать исчерпывающую статистику деятельности на курсе всех участников – преподавателей-инструкторов, студентов, наблюдателей. Сбор статистики позволяет определить востребованность отдельных модулей и элементов, интенсивность работы студентов так и преподавателей-инструкторов, загруженность системы по дням, эффективность тестовых заданий.

Статистика об использовании элементов курса и активности всех участников процесса обучения представляется различными отчетами. Отчеты отражают наполненность курса и фактическую частоту использования элементов курса. Так, отчет «полное представление курса» включает информацию по следующим позициям: количество элементов курса, количество используемых инструментов совместной работы (журналы, форумы и т.д.), активность студентов (отправленные работы), активность преподавателей (количество проверенных работ, количество сообщений для студентов), успеваемость. Форма отчета показана на рис. 1

В тоже время, данные отчетов отражающих деятельность на

Полное представление курса	
Наименование	Компьютерное моделирование рискованных ситуаций в экономике
Дата отчета	25.07.2015
Идентификатор курса	FUCDO-000000-KMR.SVE-01
Преподаватели	1. Кригер А (kriger_ab) 2. Морев И (morev_ia) 3. Петраченко Н (petraschenko_ne)
Авторы материалов	
Количество обучающихся	42
Язык курса	Русский
<b>Объем</b>	<b>90</b>
Наполнение курса учебным содержанием	68
Количество объектов содержимого	68
Количество записей в глоссарии (лексикон)	10
Количество ссылок на литературу	3
Наполнение курса инструментами совместной работы	1
Количество календарных событий	0
Количество запланированных виртуальных занятий	0
Количество форумов	0
Количество журналов	0
Количество блогов	0
Количество страниц Wiki	1
Наполнение курса инструментами контроля знаний	11

Рис. 1. Пример отчета, генерируемого LMS Blackboard Learning

курсе необходимо дополнительно обрабатывать. Причиной тому: показатели, связанные со временем использования элементов курса и показатели использования контента формируются в разных отчетах.

### 3. Анализ результатов использования LMS Blackboard Learning

Автором информационной система управления обучением использовалась для реализации комбинированной формы обучения в подготовке бакалавров и магистров. Наиболее интересные для анализа показатели статистических отчетов сведены в таблицу. Пред-

ставлены данные для разных типов курсов: из блока «компьютерные технологии в профессиональной деятельности», из блока «экономико-математические методы»

Проведем анализ полученных результатов. Результаты деятельности на курсе «компьютерное моделирование». К показателям из группы «время работы на курсе» следует относить критично. Очевидно, что 169,9 ч – это не закрытый сеанс работы. Минимальное время пользователя – это ситуация когда выполнена только регистрация и отправка итогового задания.

Общее число пользователей на курсе, выполнивших только регистрацию, составило 7 человек. Т.е. фактически 1/6 часть пользователей к использованию электронного ресурса так и не приступала. Отсюда низкий уровень успеваемости в целом по курсу.

Чрезвычайно большое количество отправленных на проверку работ является следствием ошибок при отправке. Ошибки связаны как с «человеческим фактором», так и с техническими сбоями. Таким образом, возникает серьезное расхождение в количестве проверенных и отправленных работ.

Более глубокий анализ результатов аттестации показал, что часть студентов, не использовавших электронный ресурс, не выполнявших промежуточных контрольных заданий, тем не менее, предоставили итоговую работу полностью

соответствующую требованиям. Из этого следует неприятное предположение: работы являются заказными, в процессе обучения появился не предусмотренный участник – сторонний «исполнитель студенческих работ».

Это предположение подтверждается статистикой курса из блока «экономико-математические методы». Здесь анализ приводит к аналогичным выводам. Максимальное время на курсе 66 ч – это не закрытый сеанс работы. Минимальное время пользователя – это ситуация когда выполнена только регистрация и выполнение теста. Расхождение в количестве проверенных и отправленных работ имеет те же причины – достаточно низкую квалификацию пользователя. Общее число пользователей на курсе, выполнивших только регистрацию, составило 36 человек.

Дополнительный анализ статистики активности также указывает на присутствие внешнего «исполнителя работ». Подробное рассмотрение результатов тестирования показал, что студенты, не использовавшие электронный ресурс, не выполнившие программу в полном объеме, отвечают на тест существенно (в два, а то и в три раза!) быстрее. Разумно предположить, что они или используют внешнюю помощь, или результаты предыдущих тестов (например, скриншоты).

Полученные результаты указывают на низкую мотивацию части студентов и необходимость активного управления действиями обучаемого.

Одной из причин низкой мотивации студентов может быть неумение работать со сложными информационными системами. Любой курс, развернутый в LMS, представляется объемным, структурированным контентом (пример структурирования курса приведен на рис. 2). Число участников процесса комбинированной формы обучения существенно выше, чем традиционного. Помимо традиционного взаимодействия с ведущим преподавателем и сокурсниками, обучаемые получают возможность взаимодействия в информационном пространстве.

Результаты деятельности на курсе

Таблица

Показатель активности на курсе	Значение показателя курс «компьютерные технологии»	Значение показателя курс «экономико-математические методы»
Количество учащихся	42	207
Общее время на курсе	807,69 ч	466 ч
Среднее время на одного пользователя	18,36 ч	2,25 ч
Максимальное время пользователя	169,9 ч	66 ч
Минимальное время пользователя	0,14 ч	0,18 ч
Среднее время для «успевающего» пользователя	17 ч	5,08 ч
Среднее время для «не успевающего» пользователя	10,5 ч	0,8 ч
Количество работ отправленных на проверку	151	682
Количество проверенных контрольных работ	88	57
Успеваемость	48%	50%

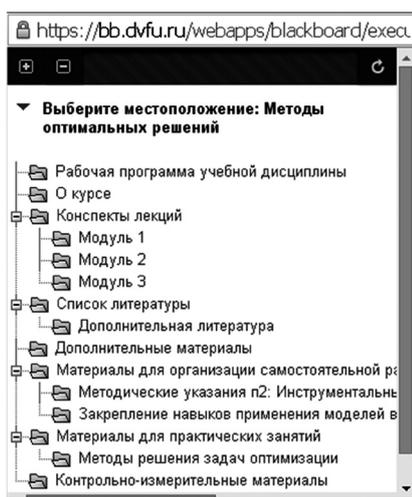


Рис. 2. Пример структуры курса

Учебные материалы помимо текстовых и графических элементов включают открытые материалы электронных библиотечных ресурсов, мультимедийные файлы, системы обмена сообщениями, дискуссии в форумах и др. интерактивные ресурсы. Как следствие структура курса сложна, информационная платформа требует изучения, освоение и формирования навыков использования. Студент невольно становится активным участником организации учебного процесса.

Все перечисленные факторы приводят к необходимости четкого проектирования, текущего мониторинга и анализа всех шагов процесса, иными словами к процессному управлению (в любом его понимании [7]).

Процессный подход предполагает проектирование и управление

бизнес-процессом (сетью бизнес-процессов) результатом которого является некий «продукт». Хотя процесс обучения не является составляющей производственной деятельности, он в известной степени соответствует определению бизнес-процесса [8]. Образовательный процесс представляет целенаправленную деятельность, использующую материальные и нематериальные ресурсы на входе, приводящую к конечному результату. Выходами процесса являются сформированные заданные компетенции обучаемого. Более точно: знания и умения (практические навыки) соответствующие компетенциям обучаемого.

Важным элементом процессного управления является моделирование. В нашем случае, разработка модели позволяет решить как задачу управления процессом обучения, так и задачи анализа реальной ситуации и совершенствования.

#### 4. Построение моделей процесса обучения

Модели процесса обучения строились на основе методологии Business Process modeling Notation (BPMN) [9, 10], разработанной для моделирования бизнес-процессов. Привлекательность указанной методологии в возможности отражения последовательности подпроцессов, работ, событий в сочетании с отражением участников процесса [11]. Доступность документов стандарта, ориентация на представителей бизнеса сделало методоло-

гию весьма популярной, в том числе в России.

В результате моделирования были получены три модели, отражающие взгляд на процесс обучения с различных позиций.

Первая модель отражает процесс обучения с точки зрения предполагаемой последовательности освоения и структуры учебных материалов, иными словами с позиции разработчика курса. Эта модель является идеальной, соответствует понятию «как должно быть».

Вторая модель, построена на основе результатов анализа фактической учебной деятельности студентов и результатов аттестации (тестирования). Модель обобщает деятельность всех участников и соответствует понятию «как есть».

Расхождение между первой и второй моделями отражает конфликт интересов участников учебного процесса. Проявлением этого конфликта, очевидно, является отсутствие мотивации студента в освоении сложного формализованного курса. Учитывая существующие расхождения, были сформулированы предложения по совершенствованию процесса обучения. Эти предложения нашли свое отражение в третьей модели. Эта модель соответствует понятию «как будет», и является результатом перепроектирования учебного процесса.

Рассмотрим предложенные модели подробно. Чтобы избежать громоздкого изложения, представлены диаграммы только контекстного уровня.

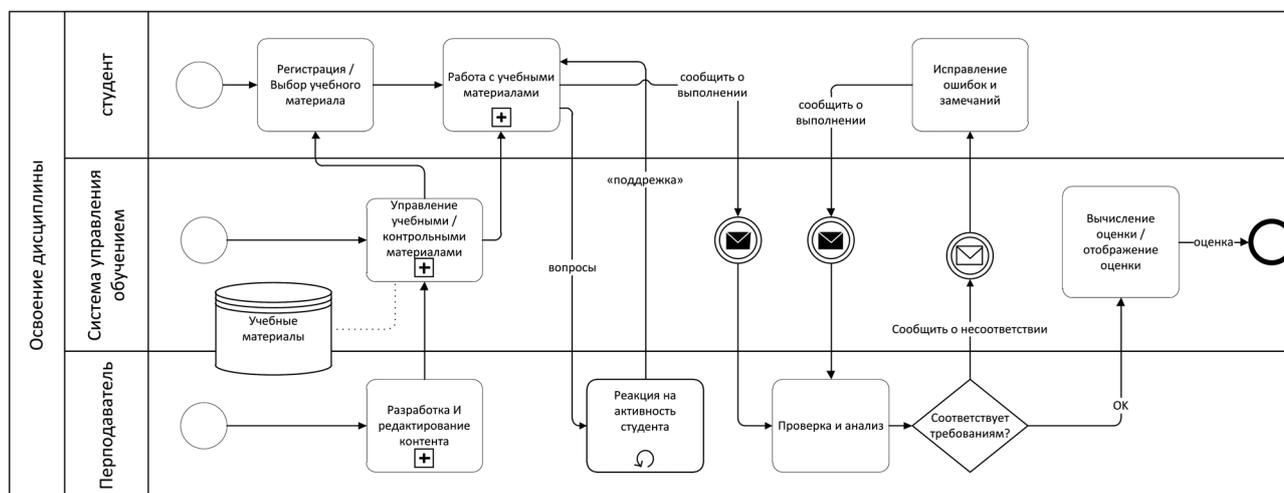


Рис. 3. Модель спроектированного процесса обучения («как должно быть»)

Модель идеального процесса обучения представлена на рис. 3, отражает разработанные структуру курса и порядок аттестации, предполагает движение «от простого к сложному». Модель процесса является каскадной, что соответствует структуре учебных материалов. В нашем случае курс разбит модули. Теоретическим разделам соответствуют практические задания. Каждый модуль завершается промежуточной аттестацией. Контроль освоения учебного материала осуществляется либо с помощью тестирования, либо по результатам выполнения заданий.

Модель реального учебного процесса представлена на рис. 4. Она построена на основе анализа статистики деятельности студентов и данных об успеваемости. Рассматривались данные об успеваемости как текущие (контрольные работы, индивидуальные задания, промежуточные тесты), так и итоговая аттестация.

В модель введен новый участник – «исполнитель студенческих работ». Появление данного участника отражает отсутствие статистической связи между резуль-

татами выполнения контрольных заданий и временем, затраченным на изучение учебных материалов, выполнением практических заданий и упражнений. Под «исполнителем студенческих работ» будем понимать любое лицо (лица) оказывающие помощь в выполнении аттестационного задания. Таким лицом может быть как некий «консультант» или репетитор, так и более подготовленный студент. Появление нового участника приводит к нарушению взаимодействия «преподаватель-студент». Как текущие, так и аттестационные задания студентом фактически не выполняются, необходимые компетенции не формируются.

Безусловно, нельзя утверждать, что все студенты выполняют задание самостоятельно. Однако в разных потоках доля таких студентов изменяется от 20% до 30% (см. данные таблицы).

Несоответствие между спроектированным учебным процессом и его фактической реализацией приводит к необходимости изменить подходы к организации комбинированного обучения. Очевидно, что строить учебный процесс

необходимо таким образом, чтобы минимизировать возможность привлечь к выполнению заданий, прежде всего тестов, внешнего исполнителя.

Самый очевидный способ, проводить контрольные работы и промежуточное тестирование только в аудитории. Однако такой подход противоречит идее электронного обучения, которое предполагает возможность «индивидуальной траектории» для любого студента. Увеличения вариантов заданий, количества вопросов тестовых пулов так же не принесут желаемого результата. Набор изучаемых тем в любом случае ограничен. Отсюда, задания будут типовыми.

Автор предлагает осуществлять контроль деятельности студентов путем управления доступом к учебным материалам. В этом случае доступ к материалам каждого модуля ограничен во времени. Ограничения касаются как минимального «присутствия на курсе», так и максимального времени на выполнение заданий. Переход к следующему модулю возможен только после выполнения всех текущих заданий и успешной промежуточной аттестации.

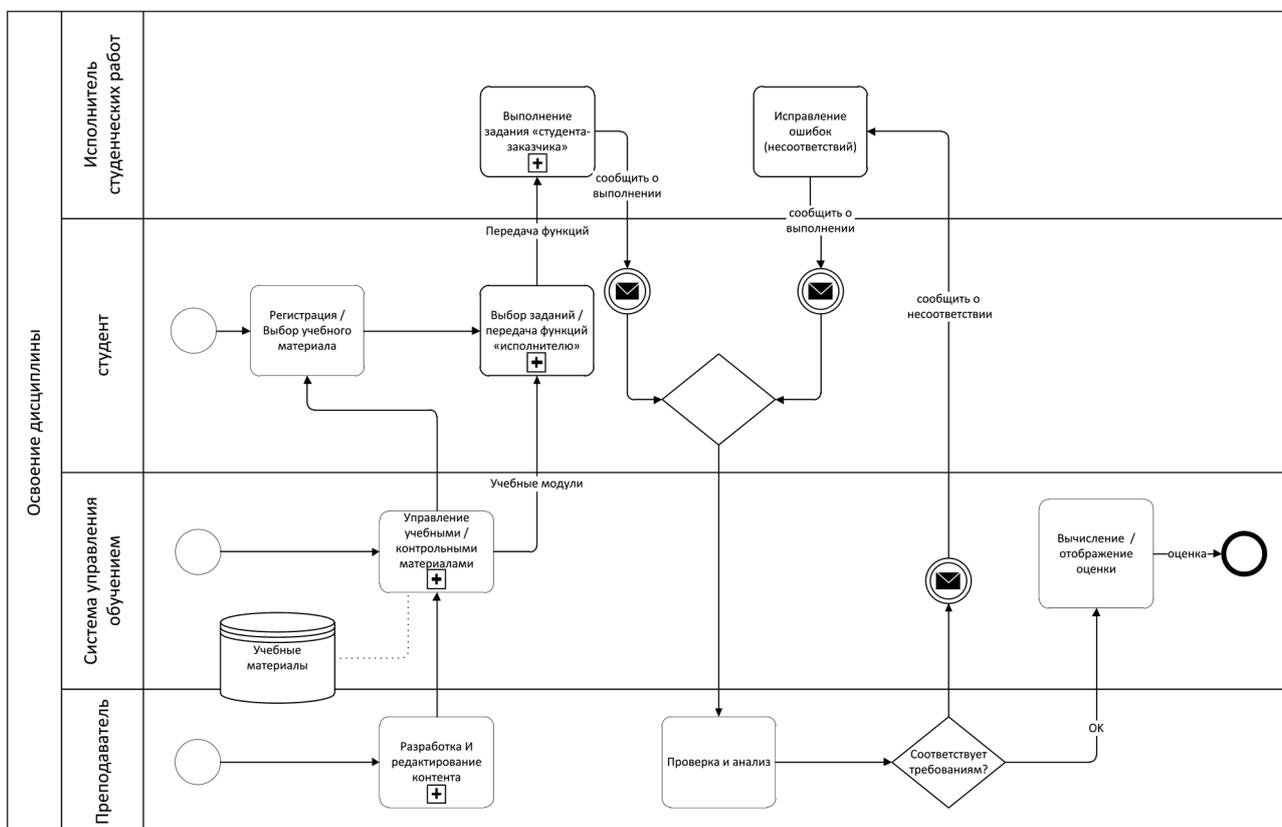


Рис. 4. Модель реального процесса обучения

Материалы итоговой аттестации доступны только во время проведения. Причем аттестация предполагается одновременно во всех группах студентов. Если успеваемость студентов не соответствует требованиям, осуществляется возврат в начало курса.

Предложенный подход отражен в модели «как должно быть», рис. 5. Так как при реализации учебного процесса в рамках данной модели нагрузка на преподавателя существенно возрастает, предлагает разделить функции разработчика учебного контента и инструктора (консультанта). Цветом выделены элементы, отражающие существенные изменения процесса.

Представленная модель деятельности на курсе позволяет решить техническую задачу исключения из процесса обучения «исполнителя студенческих работ». Однако кроме этого требуются мероприятия по повышению мотивации студенческой аудитории. Эта задача может быть решена путем изменения организации итоговых аттестаций:

- введение сертификации по видам компетенций;
- введение в систему аттестации внешнего независимого тестирования.

## Заключение

Внедрение информационной системы управления обучением позволяет решить ряд важных задач:

- обеспечить мобильный доступ к учебным и методическим материалам;
- создать информационную среду взаимодействия «студент-студент», «студент-преподаватель»;
- сформировать единую базу методического обеспечения для студентов разных форм обучения и специализаций;
- обеспечить актуализацию и обновление учебных материалов, контрольных заданий;
- поддерживать в актуальном состоянии информацию о результатах промежуточных и итоговых аттестаций.

Однако внедрение системы управления обучением само по себе не приводит к повышению показателей успеваемости. Возможность дистанционного доступа к учебным материалам, виртуальная учебная среда не увеличивает долю активных, мотивированных на обучение студентов.

Представленные в работе модели позволяют сделать вывод об эффективности использования LMS как основы методического обеспечения процесса обучения. Под эффектив-

ностью будем понимать соответствия полученных результатов обучения задачам формирования компетенций. Анализ моделей позволил выявить проблемы в организации учебного процесса, его несоответствие уровню мотивации студентов.

Для получения адекватного результата не обходима разработка комплекса организационных мероприятий: внесение изменений в организацию учебного процесса, во взаимодействие «преподаватель-студент»; разделение функций разработки дисциплины и консультирования; разработка новых форм и методов аттестации.

Таким образом, применение LMS в учебном процессе обеспечивает преимущество перед традиционными технологиями обучения только при выполнении следующих условий:

- предварительного обучения студентов, как пользователей информационной системы обучения;
- активного управления доступом к учебным материалам;
- повышения мотивации студенческой аудитории на обучение;
- высокой надежности информационной системы. При большом количестве отказов, можно быть уверенными, что студенты пользоваться системой не будут.

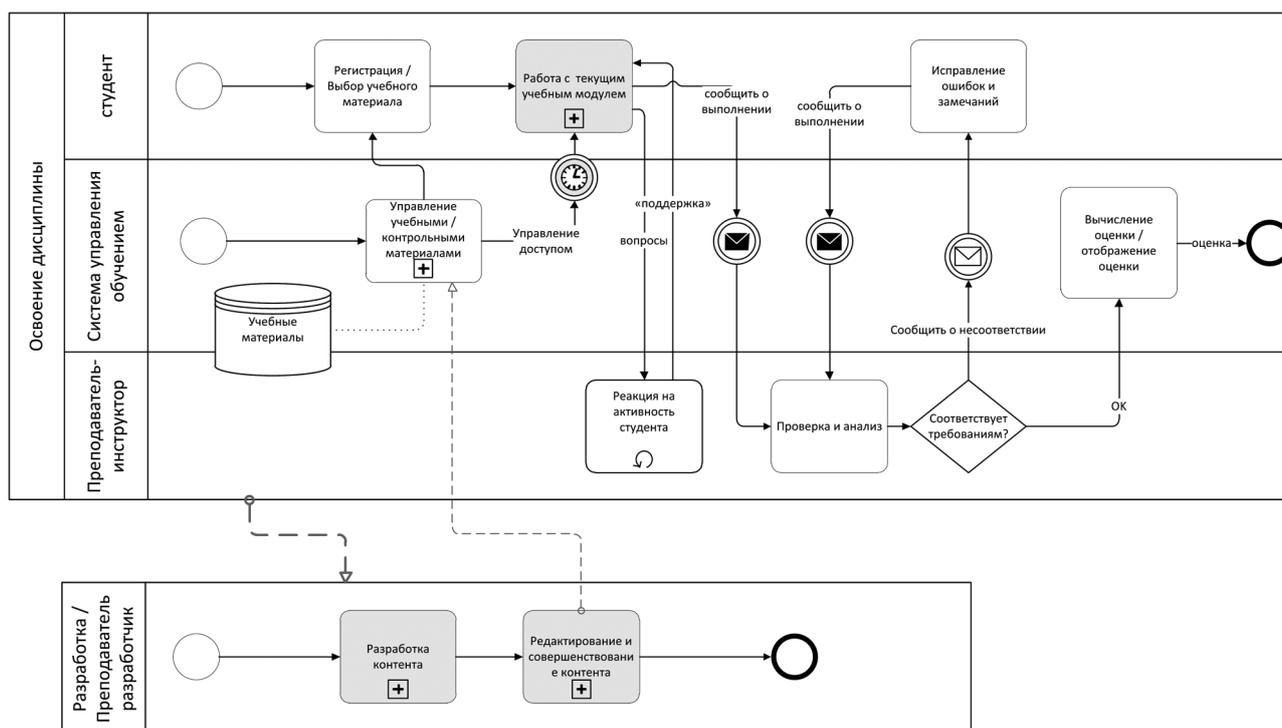


Рис. 5. Модель процесса обучения «как будет»

## Литература

1. Индекс готовности регионов России к информационному обществу 2010-2011. Анализ информационного неравенства субъектов Российской Федерации/Под ред. Т.В. Ершовой, Ю.Е. Хохлова, С.Б. Шапошника. – М.: 2012. – 462 с. – режим доступа: <http://eregion.ru/sites/default/files/upload/report/index-russian-regions-2010-2011.pdf>
2. Смирнова Н.А. Информационные системы управления в образовательном процессе высшей школы // Наука и мир, т. 2. – 2014. – №2. – С 127–128.
3. Винокуров А. Ю., Иванов И.А., Ваховский Е.В. Электронный инструментарий дистанционного обучения режима реального времени в профессиональном обучении безработных граждан. // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2013. – № 4 (25). – С. 99–102.
4. Шайденко Н.А., Сухомлин В.А., Якушин А.В. Инновационные информационно-педагогические технологии для развития преподавательских кадров // Прикладная информатика. – 2010. – № 3(27). – С. 32–37.
5. Медведева С.Н. Проектирование дистанционного курса «Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы» в среде IBM Workplace Collaborative Learning // Educational Technology & Society. – 2008. – № 11(3). – С. 417–425.
6. Материалы форума по информационным технологиям в образовании «Университет будущего» [Электронный ресурс] / Официальный информационный сайт компании VP Group – официального партнера компании Blackboard в России. 2013. – режим доступа: <http://www.vpgroup.ru/materials.aspx>
7. Репин В.В. Два понимания процессного подхода к управлению предприятием [Электронный ресурс] / Quality. Eur.ru: ресурс о менеджменте качества. 2010. – режим доступа: <http://quality.eur.ru/docum5/dpprup.htm>
8. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 364 с.
9. Стандарт моделирования бизнес-процессов и нотация (BPMN) [Электронный ресурс] / официальный сайт компании Object Management Group. – режим доступа: <http://www.bpmn.org/>
10. Фёдоров И.Г. Моделирование бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0: монография. – М.: изд-во МЭСИ, 2013. – 263 с.
11. Фастовский Э.Г. Сервис-ориентированные технологии интеграции информации. свободный ресурс [Электронный ресурс] / Информационный портал Харьковского национального политехнического университета. 2011. – режим доступа: <http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/sotii/lectures/>

# Содержание компетентности в области объектно-ориентированного программирования и этапы ее развития у бакалавров направления «Педагогическое образование» в условиях сетевого сообщества

*В данной статье рассматриваются вопросы использования сетевого сообщества при обучении объектно-ориентированному программированию бакалавров направления «Педагогическое образование». В статье приводится определение компетентности в области объектно-ориентированного программирования и описаны ее содержательные компоненты. Рассмотрена учебная деятельность преподавателя и бакалавров, которая направлена на развитие компетентности в области объектно-ориентированного программирования у бакалавров направления «Педагогическое образование» в условиях сетевого сообщества.*

**Ключевые слова:** объектно-ориентированное программирование, компетентность в области объектно-ориентированного программирования, бакалавры направления «Педагогическое образование», сетевое сообщество, блог, учебная деятельность в Интернете.

## CONTENTS OF COMPETENCE IN THE DOMAIN OF OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING AND STAGES OF ITS DEVELOPMENT BY BACHELORS OF PEDAGOGICAL EDUCATION USING NETWORK COMMUNITIES

*This article is devoted to the ways of teaching object-oriented programming of bachelors of pedagogical education in network community. The article provides a definition of competence in the domain of object-oriented programming and describes its substantial components. The author presented the content of discipline "Object-Oriented Programming" and described the work of bachelors for the study sections of the discipline in a network community.*

**Keywords:** object-oriented programming, competence in the domain of object-oriented programming, bachelors of pedagogical education, network community, blog, educational activity on the Internet.

Уровень развития информационных технологий требует от выпускников профессионального владения современными программными инструментальными средствами [7], поэтому содержание образования и методы обучения бакалавров педагогического профиля в области информатики должны быть приведены в соответствие с требованиями рынка труда.

Как отмечают Е.В. Баранова, В.В. Лаптев и И.В. Симонова, современная структура рынка труда

предполагает у выпускников необходимость [1]:

– знать характеристики современных средств, способов и методов формирования, обработки, хранения и передачи информации; особенности их применения в образовании;

– уметь применять современные средства информационных технологий (ИТ) для решения задач в соответствии с требованиями современного рынка труда;

– владеть методами разработки и внедрения средств ИТ в различ-

ные области человеческой жизнедеятельности.

В связи с этим можно определить одну из основных проблем подготовки бакалавров направления «Педагогическое образование», специализирующихся в области информатики и ИТ, – обеспечение такого уровня, который позволил бы им в своей будущей профессиональной деятельности быстро адаптироваться к инновациям в области информатики.



**Диана Васильевна Моглан,**  
аспирант кафедры  
методики информационного  
и технологического образования  
института компьютерных наук  
и технологического образования  
Тел.: (812) 571-04-88  
Эл. почта: di\_2008@mail.ru  
Российский государственный  
педагогический университет  
им. А.И. Герцена  
www.herzen.spb.ru

**Diana V. Moglan,**  
post-graduate student of Department  
of Techniques of Information and  
Technology Education  
Тел.: (812) 571-04-88  
E-mail: di\_2008@mail.ru  
Herzen State Pedagogical University of  
Russia  
www.herzen.spb.ru

А.В. Романов и В.Р. Степанов подчеркивают, что развитие компьютерной техники и программного обеспечения происходит быстрыми темпами, что создает сложность в постановке единой дидактической цели. Исследователи утверждают, что за 3–4 года происходит почти полное обновление программного обеспечения, то есть образование в области информатики и ИТ всегда будет отставать от реальной ситуации в мире и потребностей общества [5].

Вследствие того, что учебно-методические материалы по информатике, и в частности в области программирования, устаревают за 3–4 года, возникает сложность в выборе методов, приемов и средств обучения. Такое положение обязывает преподавателей постоянно находиться в творческом поиске и непрерывно осваивать новые компьютерные технологии. Не менее строгие требования предъявляются и к будущим учителям информатики, которые должны обладать не только широким набором знаний и умений в области программирования, но и уметь разрабатывать алгоритмы и программы для конкретной предметной области [6].

Н.В. Макарова отмечает, что современная информатика представляет собой самостоятельную быстро развивающуюся область научных знаний, терминология и структура которой находятся в состоянии непрерывного развития [2, с. 84]. В связи со стремительным развитием информатики и существующим широким спектром сред и языков программирования содержание подготовки в данной области бакалавров направления «Педагогическое образование», специализирующихся в области информатики и ИТ, с одной стороны, должно обеспечивать изучение наиболее актуальных технологий и методологий программирования, а с другой стороны, должно предусмотреть перспективу их развития.

При выборе актуальных систем и методологий программирования следует опираться также на анализ рынка вакансий, который обеспечит востребованность будущих выпускников в сфере профессиональной деятельности. Проведенный в дис-

сертационном исследовании М.С. Орловой [3] анализ предложений работодателей, представленных на различных Интернет-порталах, показал, что более 30% спроса специалистов в области программирования связаны с объектно-ориентированным программированием (ООП) и навыками программирования в среде C++ Builder, Delphi, Java.

В своем исследовании Ю.А. Петрова отмечает, что объектно-ориентированное программирование занимает центральное место среди парадигм программирования, поскольку большинство современных программных продуктов создано на объектных языках, и что особенно важно, данная парадигма более естественна для человека за счет работы с объектами [4].

Таким образом, актуальной задачей при подготовке бакалавров направления «Педагогическое образование», специализирующихся в области информатики и ИТ, становится развитие компетентности в области современного программирования, включающего в себя методы проектирования, анализа и создания приложений, основанных на использовании методологии объектно-ориентированного программирования.

Под *компетентностью в области ООП* бакалавра направления «Педагогического образования» нами понимается способность бакалавра применять знания из области методологии объектно-ориентированного программирования (понятия, принципы, механизмы) и умения выделять и структурировать объекты изучаемой предметной области, определять назначение объектов и взаимодействие между ними, разрабатывать алгоритмы обработки объектов, реализовывать их с помощью объектно-ориентированного языка программирования и среды визуального программирования для решения учебных задач с целью создания приложений образовательного назначения.

Уточним ведущие дидактические принципы, которые стали основой для отбора содержания обучения ООП. *Принцип практикоориентированности* определяет использование компетентностного

Таблица 1

## Содержание дисциплины «Объектно-ориентированное программирование»

Название учебного раздела	Темы учебного раздела
Классы и объекты	Сущность ООП. Основные принципы и этапы ООП. Объектная декомпозиция. Понятия объекта и класса. Свойства объекта. Поля и методы объектов. Описание класса и объекта. Конструкторы, деструкторы. Статические элементы класса. Области видимости в классе. Реализация доступа к полям объекта через методы.
Наследование	Базовый и производный классы. Иерархия классов. Одиночное наследование. Управление доступом к элементам класса при наследовании. Порядок вызова конструкторов и деструкторов. Множественное наследование. Неопределенность в множественном наследовании. Виртуальное наследование.
Полиморфизм	Раннее и позднее связывание. Виртуальные функции. Таблица виртуальных функций. Абстрактные классы и чистые виртуальные функции. Переопределение методов. Дружественная функция. Перегрузка операторов (арифметических, сравнения и др.).
Агрегирование	Иерархизация. Агрегация. Реализация механизма агрегирования.
Шаблоны	Параметрический полиморфизм. Шаблоны функций. Шаблоны классов. Параметры шаблонов.
Разработка Windows-приложений	Понятие визуального программирования. Интерфейс и технология работы в визуальной среде программирования C++ Builder. Визуальные компоненты (свойства, методы, события). Проектирование пользовательского интерфейса. Обработка табличной информации. Работа с файловой структурой. Построение графических изображений. Защита приложений от ошибок исполнения. Системные события и их обработка. Создание новых визуальных компонент на основе имеющихся в библиотеке VCL.

разработке конкретных приложений, применение которых возможно в будущей профессиональной деятельности. Согласно *принципу научности* содержание образования должно соответствовать уровню современной науки, поэтому в процессе отбора содержания обучения ООП рассматривались фундаментальные принципы объектно-ориентированного подхода к программированию (абстрагирование, инкапсуляция, модульность, иерархия), основные положения объектной модели и объектно-ориентированная технология разработки программ, которые необходимы для создания приложений с помощью современных систем программирования.

На основе выделенных дидактических принципов было отобрано содержание дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» (табл. 1).

Согласно содержанию дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» нами определены компоненты компетентности в области ООП: 1) *ресурсы* – система знаний, умений и навыков в области ООП; 2) *ситуации* – набор учебных задач, решение которых основывается на имеющихся ресурсах; 3) *действия* – операции, которые должны быть предприняты студентом по разрешению учебных задач на основе имеющихся ресурсов. Описание содержания компонентов компетентности в области ООП реализовано посредством «матрицы компетентностного действия» (рисунок), которая позволяет конкретизировать содержательные компоненты компетент-

подхода как теоретико-методологической основы исследования. Данный принцип учитывался при отборе учебных заданий. *Принцип системности* обеспечивает систематизацию и актуализацию полученных ранее знаний в области программирования. В изложении теории следует включить рассмотрение принципов структурного программирования как предшественника ООП, необходимо провести сравнение этих подходов и показать достоинства объектно-ориентированного подхода. *Наглядность обучения* обеспечивается посредством демонстрации презентации с основными положениями изучаемой темы, использования демонстрационных примеров, графического представления предметной области. При разработке приложений с использованием объектно-ориентированного подхода значимую роль играет графическая реализация объектных моделей, позволяющая в наглядной форме моделировать предметную область и анализировать эту мо-

дель на этапе создания приложения средствами языка ООП. *Принцип активности обучаемого в учебном процессе* предполагает организацию учебной деятельности студентов, приводящую к высокому уровню мотивации, осознанной потребности в усвоении знаний и умений. Для учета этого принципа необходимо основывать обучение ООП на самостоятельной учебной деятельности, использовании интерактивных методов обучения и

Ситуационное окружение		Демонстрация компетентности	
Классы ситуаций	Примеры ситуаций	Категории действий	Примеры действий
Группа ситуаций К	Ситуация 1	Категория А	Пример а
	Ситуация 2	Категория В	Пример b
	Ситуация 3	Категория С	Пример с
	...	...	
	Ситуация n	Категория N	Пример n

Совокупность ресурсов	
Ресурс 1	
Ресурс 2	
...	
Ресурс n	

Рис. Матрица компетентностного действия

Классы ситуаций и категории действий, используемые для формирования и развития компетентности в области ООП

Ситуационное окружение		Демонстрация компетентности	
Классы ситуаций	Примеры ситуаций	Категории действий	Примеры действий
1. Реализация концепций принципов абстрагирования и инкапсуляции.	Необходимо описать типы данных, объединяющих в своей структуре данные (переменные) и методы их обработки (функции). Необходимо разработать программы на основе созданных объектов.	Проектирование структуры некоторого класса.	– описание данных; – описание методов; – уточнение области видимости компонентов класса; – описание конструкторов; – описание деструкторов; – обработка объекта посредством методов.
2. Реализация концепций принципа наследования.	Необходимо создать иерархию классов и их структуру, связанных отношениями одиночного или множественного наследования.	Установление отношений между объектами в некоторой иерархии классов.	– инкапсуляция базового класса; – инкапсуляция производного класса; – абстрагирование объектов для созданной иерархии классов; – вызов конструктора/ деструктора при наследовании классов; – уточнение области видимости компонентов из иерархии классов.

ности [8]. Матрица разбита на три раздела: ситуационное окружение (уточняет область деятельности); демонстрация компетентности (определяет категории действий, которые ведут к разрешению ситуаций); совокупность ресурсов (способствует выполнению действий).

В таблице 2 представлены классы ситуаций и категории действий для формирования и развития компетентности в области ООП при изучении содержания учебных разделов «Классы и объекты» и «Наследование».

Согласно Ph. Jonnaert [8], для компетентного разрешения ситуаций и выполнения определенных действий необходимы соответствующие ресурсы. Каждый класс ситуаций определяется своей совокупностью ресурсов (табл. 3).

Для обеспечения доступа к информационным ресурсам дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» и обмена информацией между бакалаврами и преподавателем были использованы сервисы Веб 2.0 – блоги, с помощью которых стало возможным создание образовательного сетевого сообщества. Это позволило обеспечить совместную сетевую деятельность студентов и преподавателя, направленную на решение учебных задач, совместное обсуждение возникающих проблем, обмен опытом, информацией и ресурсами по учебной дисциплине, развитие познавательной активности студентов.

Таблица 3

Ресурсы необходимые для компетентного разрешения ситуаций, характерных для ООП

№	Ресурсы
Ресурсы, необходимые для компетентного разрешения ситуаций – <i>Реализация концепций принципов абстракции и инкапсуляции.</i>	
1.	Знание понятия «объект».
2.	Знание понятия «класс».
3.	Знание понятия «данные».
4.	Знание понятия «метод».
5.	Знание понятия «конструктор».
6.	Знание понятия «деструктор».
7.	Знание понятия «модификатор доступа».
8.	Владение синтаксисом некоторого объектно-ориентированного языка программирования.
9.	Умение проектировать класс.
10.	Умение определять конструкторы/деструкторы для класса.
11.	Умение определять множество значений объекта.
12.	Умение определять набор операций (методы), характерных объекту.
13.	Умение изменять данные объекта с помощью методов.
14.	Умение защищать данные и методы объекта.
15.	Умение использовать все ресурсы некоторого языка программирования, необходимые для реализации на практике концепций принципов инкапсуляции и абстракции.
Ресурсы, необходимые для компетентного разрешения ситуаций – <i>Реализация концепций принципа наследования.</i>	
1.	Знание понятия «одиночное наследование».
2.	Знание понятия «множественное наследование».
3.	Знание понятия «базовый класс».
4.	Знание понятия «производный класс».
5.	Знание понятия «виртуальное наследование».
6.	Владение способом определения отношения одиночного наследования.
7.	Владение способом определения отношения множественного наследования
8.	Знание порядка вызова конструкторов при одиночном/множественном наследовании.
9.	Знание порядка вызова деструкторов при одиночном/множественном наследовании.
10.	Умение проектировать иерархию классов, связанных отношением наследования.
11.	Умение проектировать базовый класс.
12.	Умение проектировать производный класс.
13.	Владение способами контроля доступа к членам класса при наследовании.
14.	Умение использовать данные и методы базового класса в производном классе согласно области видимости классов при наследовании.
15.	Умение реализовать иерархию классов, связанных отношением наследования.

Под образовательным сетевым сообществом нами понимается учебная группа взаимодействующих друг с другом субъектов образовательного процесса, которые поддерживают общение и осуществляют активную совместную учебно-познавательную деятельность с использованием социальных сервисов сети Интернет, функционально ориентированных на решение педагогических задач.

Для внедрения образовательного сетевого сообщества в обучение была построена система блогов из учебно-организационного блога и студенческих блогов. Доступ к учебно-организационному блогу получают, наряду с преподавателем, все студенты учебной группы, но им не разрешено изменять структуру блога, удалять сообщения, добавлять приложения и т.п. Студенческие блоги создаются и управляются как одним студентом, так и небольшой группой, например, работающей над общим проектом. Студенческие блоги представляют собой личное пространство студентов, в котором они публикуют собственные решения практических заданий, делают записи на интересные темы, выражают собственное мнение по поводу публикаций других студентов и т.п.

В условиях сетевого сообщества, построенного на основе блогов, формирование и развитие компетентности в области ООП бакалавров направления «Педагогическое образование» было реализовано поэтапно. Рассмотрим этапы учебной деятельности преподавателя и студентов в сетевом сообществе.

**Этап I. Подготовительный.** На данном этапе осуществляется подготовительная работа по созданию учебно-организационного блога и личных блогов студентов, снимаются технические трудности. Преподаватель мотивирует студентов к активному использованию возможностей блога для оптимизации учебного процесса, показывает студентам, как зарегистрироваться на сервере блогов, знакомит студентов с правилами размещения материалов на блоге, объясняет инвентарий блога, оказывает техническую помощь по работе с блогом. Студенты задают учебно-органи-

зационные вопросы, связанные с использованием блога, регистрируются на сервере блогов, узнают об особенностях сетевой коммуникации средствами блога, пробуют публиковать записи в блоге, загружать различные материалы, настраивать интерфейс блога и др.

Данный этап включает следующие действия:

1) при поддержке преподавателя каждый студент создает личный учебный блог для решения поставленных учебных задач (публикация отчетов по выполненной учебной работе, написание ответов на практические задания и др.).

**Этап II. Установочный.** На данном этапе преподаватель публикует в учебно-организационном блоге учебный план работы с перечнем дат занятий, календарными сроками выполнения заданий, критериями оценки каждого вида учебной работы. Студенты обновляют и продолжают оформлять собственные блоги.

Данный этап включает следующие действия:

1) преподаватель дает установку на вид учебной работы и инструктирует студентов;

2) преподаватель определяет календарные сроки выполнения учебного задания;

3) преподаватель объясняет, какой конечный результат ожидается, и знакомит студентов с критериями оценки;

4) преподаватель распределяет студентов на малые группы и объясняет каждой группе принцип работы (при групповой форме обучения);

5) студенты продолжают настраивать интерфейс собственных блогов и задают организационные вопросы.

**Этап III. Процессуальный.** Основной целью данного этапа является формирование и развитие компетентности в области ООП у бакалавров согласно следующим этапам: ознакомление, структурирование ресурсов, интегрирование ресурсов, перенос ресурсов, расширение.

На этапе *Ознакомление* преподаватель знакомит студентов с целями и результатами обучения, мотивирует студентов к изучению содержания раздела, проводит диагностику начального уровня знаний и умений студентов.

На этапе *Структурирование ресурсов* преподаватель отбирает, структурирует и публикует теоретический материал учебного раздела в блоге, организует учебную деятельность студентов, ориентированную на усвоение материала и структурирование теоретической информации. Основным методом обучения является объяснительно-иллюстративный. Для структурирования учебной информации преподаватель предлагает студентам повторить изученный материал, используя учебные ресурсы сетевого сообщества, создать концептуальные карты (ментальные), на которых в графической форме представлена учебная информация по изучаемому понятию. Для построения такой карты используются ассоциативные связи между включаемыми в карту понятиями.

На этапе *Интегрирование ресурсов* преподаватель публикует материал с типовыми учебными заданиями, проводит мониторинг работы студентов, организует учебно-познавательную деятельность студентов по применению приобретенных знаний при решении типовых учебных заданий, включающих использование не более 2–3 классов объектов и способствующих формированию умений по реализации алгоритмов обработки объектов. Основными методами обучения являются репродуктивный метод, групповая дискуссия.

На этапе *Перенос ресурсов* преподаватель публикует материал с демонстрационными примерами и учебными заданиями из некоторого класса ситуаций, состоящих в среднем из 4–10 классов объектов, организует учебно-познавательную деятельность, направленную на более углубленное изучение содержания учебного раздела через решение учебных заданий повышенной сложности, проводит мониторинг работы студентов. Основной целью данного этапа является выработка у студентов умений определения классов объектов и их структуры, установления отношений между ними и их реализации на языке ООП. Основными методами обучения являются метод моделирования, метод объектной декомпозиции, метод демонстрационных приме-

ров. Студенты работают над индивидуальными заданиями, используя демонстрационный пример, размещают отчеты с выполненными заданиями в личных блогах.

На этапе *Расширение* преподаватель организует групповую работу студентов по выполнению учебных заданий и проектов, включающих более 10 классов объектов и дающих возможность оценить компетентность в разрешении ситуаций из более общего класса ситуаций, оказывает студентам помощь в групповой работе, проводит мониторинг работы студентов. Основными методами обучения являются метод «мозгового штурма», метод кейс-стади, метод проектов.

**Этап IV. Оценочный.** На данном этапе происходит оценивание и комментирование работ студентов, публикация комментариев студентов относительно возникших трудностей во время выполнения заданий.

Данный этап включает следующие действия:

1) преподаватель оценивает и комментирует работу студентов согласно заранее обозначенным критериям с помощью комментария к записям студентов;

2) студенты публикуют в блоге собственные суждения относительно того, насколько им удалось выполнить учебное задание, какие трудности и почему они испытыва-

ли во время выполнения задания.

Приведем основные характеристики, присущие обучению ООП бакалавров направления «Педагогическое образование» в условиях сетевого сообщества: ориентация на развитие компетентности в области ООП; ориентация на интерактивные методы обучения; ориентация на самостоятельную и групповую работу бакалавров в условиях сетевого сообщества; непрерывность обучения (процесс обучения ООП происходит в течение занятий и во внеурочное время); доступность (внеурочная и круглосуточная доступность образовательного сетевого сообщества через глобальную сеть Интернет); развитие критичности мышления (совершенствование навыков всесторонней оценки и сопоставления получаемой информации благодаря погружению студентов в среду, где критическая дискуссия является обязательной); модифицируемость (возможность самостоятельного или совместного создания преподавателем и студентами сетевого учебного содержания). Кроме того, обучаясь в сетевых сообществах, бакалавры направления «Педагогическое образование» как будущие учителя информатики фактически готовятся к осуществлению следующих видов профессиональной деятельности: к организации и осуществлению коммуникативной де-

ятельности учащихся; к созданию новых сетевых образовательных ресурсов; к использованию образовательных ресурсов сети Интернет в педагогической деятельности; к саморазвитию и самосовершенствованию профессиональных качеств.

Апробация разработанного подхода в филиале РГПУ им. А.И. Герцена в г. Волхове и Бельском государственном университете им. А. Руссо Республики Молдова позволяет сделать вывод, что предложенный подход к обучению ООП в условиях сетевого сообщества содействует формированию и развитию компетентности в области ООП у бакалавров направления «Педагогическое образование». В результате этого у бакалавров формируется основа, достаточная для самостоятельного создания приложений образовательного назначения на основе объектно-ориентированного подхода и дальнейшего совершенствования в сфере профессиональной педагогической деятельности. Практика показала, что у большинства студентов усиливается интерес к процессу обучения объектно-ориентированному программированию за счёт новизны технологии обучения, самостоятельного управления процессом собственного познания в процессе активного поиска необходимой информации и получения комментариев от других людей.

## Литература

1. Баранова Е.В., Лаптев В.В., Симонова И.В. Технологии обучения в процессе развития профессиональной компетентности магистров по направлению «Педагогическое образование» в области информатики и информационных технологий // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2011. – № 142. – С. 92–101.
2. Макарова Н.В., Степанов А.Г. Определение информатики как предмета обучения в высшей школе // Ученые записки международного банковского института. – 2014. – № 7. – С. 74–85.
3. Орлова М.С. Система смешанного обучения программированию, ориентированная на формирование профессиональной коммуникативной компетентности: дис. ... канд. пед. наук. – Москва, 2009. – 186 с.
4. Петрова Ю.А. Дифференцированный подход при обучении объектно-ориентированному программированию в старшей школе: дис. ... канд. пед. наук. – Санкт-Петербург, 2002. – 169 с.
5. Романов А.В., Степанов В.Р. О преемственности школьной и вузовской подготовки по информатике // VI Международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании». – Москва, 1997. – URL: <http://ito.su/1997/A/A10.html> (дата обращения: 26.10.15).
6. Спирин И.С. Электронный учебный курс как средство активизации учебно-познавательной деятельности при обучении программированию будущих учителей информатики: дис. ... канд. пед. наук. – Екатеринбург, 2004. – 159 с.
7. Фокин Р.Р., Абрамян Г.В. Метамоделю обучения информационным технологиям в высшей школе. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики, 2011. – 211 с.
8. Jonnaert Ph., Barrette J., Masciotra D., Yaya M. La compétence comme organisateur des programmes de formation revisitée, ou la nécessité de passer de ce concept à celui de «l'agir compétent». – IBE Working Papers Curriculum Issues, No. 4. – Geneva: IBE, 2006. – 29 p. – URL: [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/Working\\_Papers/compet\\_cur\\_ibewpci\\_4.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Working_Papers/compet_cur_ibewpci_4.pdf) (дата обращения: 26.10.15).

# Программная реализация информационно-образовательного пространства на основе многоагентной технологии и онтологического подхода<sup>1</sup>

*В статье рассматриваются аспекты реализации программного обеспечения информационно-образовательного пространства, базирующегося на применении многоагентной технологии. Описана процедура формирования образовательных программ в сетевой среде обучения в соответствии с актуальными потребностями образовательных учреждений и отдельных обучающихся, описанными в терминах онтологии компетенций, онтологии предметной области и онтологии образовательной деятельности. Определен порядок формирования расписания освоения образовательной программы с учетом коллективного использования в образовательных процессах распределенных информационных ресурсов (учебных объектов и сервисов).*

**Ключевые слова:** информационно-образовательное пространство, онтология образовательной деятельности, программный прототип, многоагентная технология, учебные объекты, образовательные сервисы.

## SOFTWARE IMPLEMENTATION OF INFORMATION-EDUCATIONAL SPACE BASED ON MULTI-AGENT TECHNOLOGY AND ONTOLOGICAL APPROACH

*The article discusses of the software implementation of information-educational space, based on application of multi-agent technology. The procedure of formation of educational programs in networked learning environment in accordance with the actual needs of educational institutions and students, described in terms of ontology of competencies, subject ontology and ontology of educational activities, was described. The procedure of formation of schedule of educational program, based on collective use in educational processes of distributed information resources (learning objects and services), was determined.*

**Keywords:** information-educational space, multi-agent technology, ontology of educational activities, program prototype, learning object, educational services.

### 1. Введение

Современные формы сетевого взаимодействия учебных заведений [1] предъявляют высокие требования к интеграции научно-образовательных ресурсов и сервисов в рамках единых информационно-образовательных пространств [2], которые эффективно реализуется с помощью таких интеллектуальных информационных технологий как онтологические модели и многоагентные системы [3,4].

Программная реализация инструментария управления информационно-образовательным пространством (ИОП) вызывает необходимость решения задачи сопряжения механизмов динамического взаимодействия субъектов образовательной деятельности с помощью многоагентных технологий [5, 6] и поисковых механизмов отбора адекватных научно-образовательных ресурсов и сервисов с помощью онтологического представления предметных, квалифика-

ционных и педагогических знаний [7–9].

Целью данной работы является представление программного инструментария, реализующего методы и средства создания, поддержания и использования информационно-образовательного пространства на основе онтологического подхода и многоагентной технологии и обеспечивающего распределенное хранение и совместное использование разнородных научно-образовательных ресурсов

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №13-07-00917а и №13-07-00887а



**Юрий Филиппович Тельнов,**  
д.э.н., профессор, зав. кафедрой

Эл. почта: [ytelnov@mesi.ru](mailto:ytelnov@mesi.ru),  
[telnov.yuf@rea.ru](mailto:telnov.yuf@rea.ru)

Российский экономический  
университет имени Г.В. Плеханова  
Кафедра прикладных информационных  
технологий и информационной  
безопасности  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

**Yury F. Telnov,**

Doctor of Science in Economics,  
professor, Head of Department

E-mail: [ytelnov@mesi.ru](mailto:ytelnov@mesi.ru),  
[telnov.yuf@rea.ru](mailto:telnov.yuf@rea.ru)

The department of applied information  
technologies and information security  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

и сервисов всеми заинтересованными участниками образовательного процесса в рамках динамической интеллектуальной системы управления ИОП (ДИСУ ИОП). Разработанный программный инструментарий позволяет осуществлять интенсивное и динамичное наращивание научно-образовательного контента, существенно повышает качество учебно-методической работы и научных исследований и создает условия для развития виртуальной академической мобильности преподавателей, научных работников и обучающихся.

## 2. Концепция динамической интеллектуальной системы управления ИОП

Сетевое обучение предполагает более гибкое формирование образовательных программ в соответствии с различными профилями обучения и индивидуальными потребностями обучающихся на основе взаимно-дополняющих друг друга научно-образовательных ресурсов учебных заведений, участвующих в сетевых формах объединения. Применение электронных технологий обучения дает возможность встраивать различные обучающие курсы и даже их компоненты, разработанные авторскими коллективами различных вузов, в общие образовательные программы, предназначенные как

для основного, так и для дополнительного профессионального образования. В этом случае информационно-образовательный контент организуется в виде распределенного хранилища учебных объектов, соответствующих формируемым у обучающихся компетенциям и определяемым ими знаниям, умениям и владениям. Учебные объекты предоставляются преподавателям и обучающимся с помощью программных сервисов.

Концептуальная схема функциональности динамической интеллектуальной системы управления информационно-образовательным пространством представлена в виде схемы вариантов использования на рис. 1. В качестве основных функциональных образовательных задач, предполагающих формирование индивидуальной траектории обучения под конкретные формируемые компетенции, выделяются следующие варианты использования:

- Формирование образовательной программы, как множества взаимосвязанных для освоения компетенций обучающимися дидактических единиц знаний, умений и владений.
- Отбор необходимых для реализации образовательной программы ресурсов, в качестве которых выступают учебные объекты для теоретического обучения, освоения практических умений и навыков в

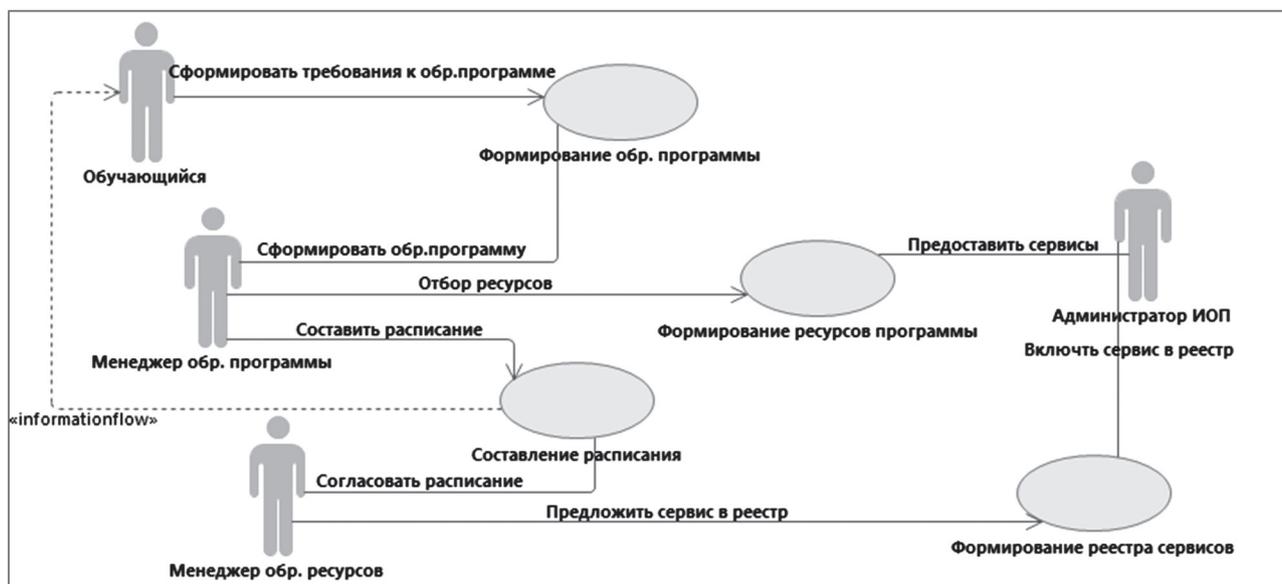


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования ИОП



**Андрей Владимирович Данилов,**  
старший преподаватель кафедры

Эл. почта: [adanilov@mesi.ru](mailto:adanilov@mesi.ru),  
[danilov.av@rea.ru](mailto:danilov.av@rea.ru)

Российский экономический  
университет имени Г.В. Плеханова  
Кафедра прикладных информационных  
технологий и информационной  
безопасности  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

**Andrey V. Danilov,**  
assistant professor,

E-mail: [adanilov@mesi.ru](mailto:adanilov@mesi.ru),  
[danilov.av@rea.ru](mailto:danilov.av@rea.ru)

The department of applied information  
technologies and information security  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)



**Василий Александрович Казаков,**  
к.э.н., доцент кафедры

Эл. почта: [vkazakov@mesi.ru](mailto:vkazakov@mesi.ru),  
[kazakov.va@rea.ru](mailto:kazakov.va@rea.ru)

Российский экономический  
университет имени Г.В. Плеханова  
Кафедра прикладных информационных  
технологий и информационной  
безопасности  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

**Vasily A. Kazakov,**

Ph.D. in Economics, associate professor

E-mail: [vkazakov@mesi.ru](mailto:vkazakov@mesi.ru),  
[kazakov.va@rea.ru](mailto:kazakov.va@rea.ru)

The department of applied information  
technologies and information security  
[www.rea.ru](http://www.rea.ru)

рамках выполнения конкретных заданий (проектной деятельности), проведения тестирования и оценки полученных знаний и умений, а также описания профилей компетенций преподавателей, способных осуществлять обучение, консультирование и проверку знаний и умений по отобранным учебным объектам.

- Формирование расписания обучения в соответствии со сформированной образовательной программой и отобранными ресурсами.

- Поддержание реестра общих ресурсов в ИОП, которые могут использоваться в различных образовательных программах, предполагающее включение и актуализацию учебных объектов в реестре и предоставление их в соответствии с конкретной потребностью.

В качестве основных акторов ДИСУ ИОП выступают:

- Клиенты, которые формируют свои образовательные потребности в виде набора требуемых компетенций. В качестве клиентов могут выступать как физические лица, так и организации (учебные заведения), заказывающие образовательные программы.

- Менеджеры образовательных программ – представители учебных заведений, выступающие в роли координаторов участников сетевого образовательного процесса, осуществляющие формирование образовательной программы и подбор наилучших ресурсов для ее реализации, формирование расписания и мониторинг его исполнения.

- Менеджеры образовательных ресурсов – представители учебных заведений, отвечающие за создание и поддержку образовательных ресурсов в актуальном состоянии и предоставление этих ресурсов в общий реестр ИОП.

- Администратор ИОП – специалист по ведению реестра образовательных ресурсов ИОП: контроль и включение ресурсов в общий реестр, заключение соглашений с менеджерами ресурсов и менеджерами программ по информационному обслуживанию заинтересованных лиц.

Особенностью системы управления информационно-обра-

зовательным пространством является динамический характер взаимодействия большого числа заинтересованных лиц в реальном масштабе времени, потребность в гибком формировании и актуализации образовательных программ, что обуславливает необходимость построения системы управления ИОП на основе применения динамических многоагентных технологий.

### 3. Архитектура динамической интеллектуальной системы управления ИОП

Архитектура ДИСУ ИОП (представлена на рис. 2) включает два основных компонента:

Динамический компонент, связанный с решением задач формирования образовательной программы, её ресурсного обеспечения в соответствии с потребностями пользователей по формированию содержания образовательной программы и составления расписания её реализации.

Статический компонент, связанный с решением поисковых задач по выбору образовательных ресурсов на большом объеме учебных объектов, относящихся к различным предметным областям профессиональной деятельности.

Первый компонент требует применения многоагентной технологии, позволяющей одновременно решать в реальном масштабе времени сообществом взаимодействующих агентов множество однотипных образовательных задач на основе общего реестра образовательных ресурсов.

Второй компонент предполагает онтологическое упорядочение больших массивов разнородных учебных объектов и организацию быстрого и релевантного семантического поиска на этом множестве.

Рассмотрим характеристики используемых технологий при построении архитектуры ДИСУ ИОП.

**Технология многоагентных систем (МАС).** Программные агенты этой системы автоматизируют функции основных участников образовательных процессов и в зависимости от выполняемых функций

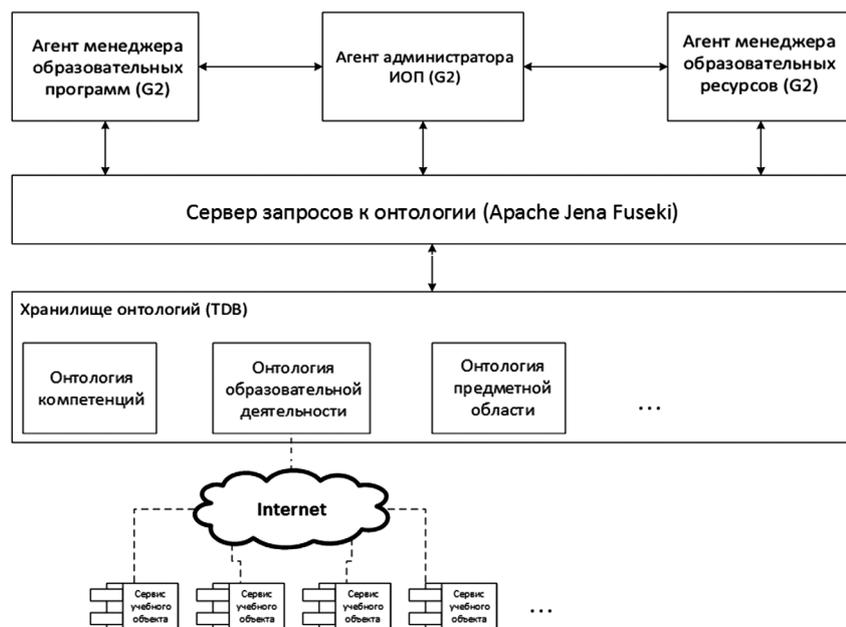


Рис. 2. Архитектура ДИСУ ИОП

могут быть реактивными или интеллектуальными:

Агент-менеджер образовательных программ в соответствии с полученными требованиями от клиентов формирует запросы к агенту-администратору на поиск учебных объектов; отбор из них объектов, наилучшим образом удовлетворяющих требованиям; осуществляет формирование и согласование расписания с менеджерами образовательных ресурсов

на основе бизнес-правил ограничений на ресурсы; формирует ответы системы: образовательную программу, расписание, различные сообщения,

Агент-менеджер образовательных ресурсов осуществляет оценку возможности предоставления ресурсов и формирует ответ агенту-менеджеру образовательной программы по принятому решению, а также предоставляет агенту-администратору системы описания

ресурсов для включения в реестр учебных объектов.

Агент-администратор ИОП осуществляет проверку учебных объектов, предоставляемых агентом-менеджером образовательных ресурсов, на соответствие стандартам представления для включения в ИОП, а также участвует в отборе учебных объектов для их использования в той или иной образовательной программе.

В качестве программной среды поддержки агентов выбрана инструментальная среда создания динамических интеллектуальных систем G2 компании Gensym [10], которая позволяет в режиме реального времени динамически осуществлять обработку событий, распараллеливать обработку данных по различным вариантам реализации решений.

Особенностью инструментальной среды G2 является универсальность платформы для построения интеллектуальных систем, которая достигается широким спектром инструментария для интеллектуальной разработки. Удобство и быстрота разработки в G2 обуславливается интуитивно понятной объектно-ориентированной графической средой, объединяющей в себе как среду разработки, так и эксплуатации интеллектуальной системы,

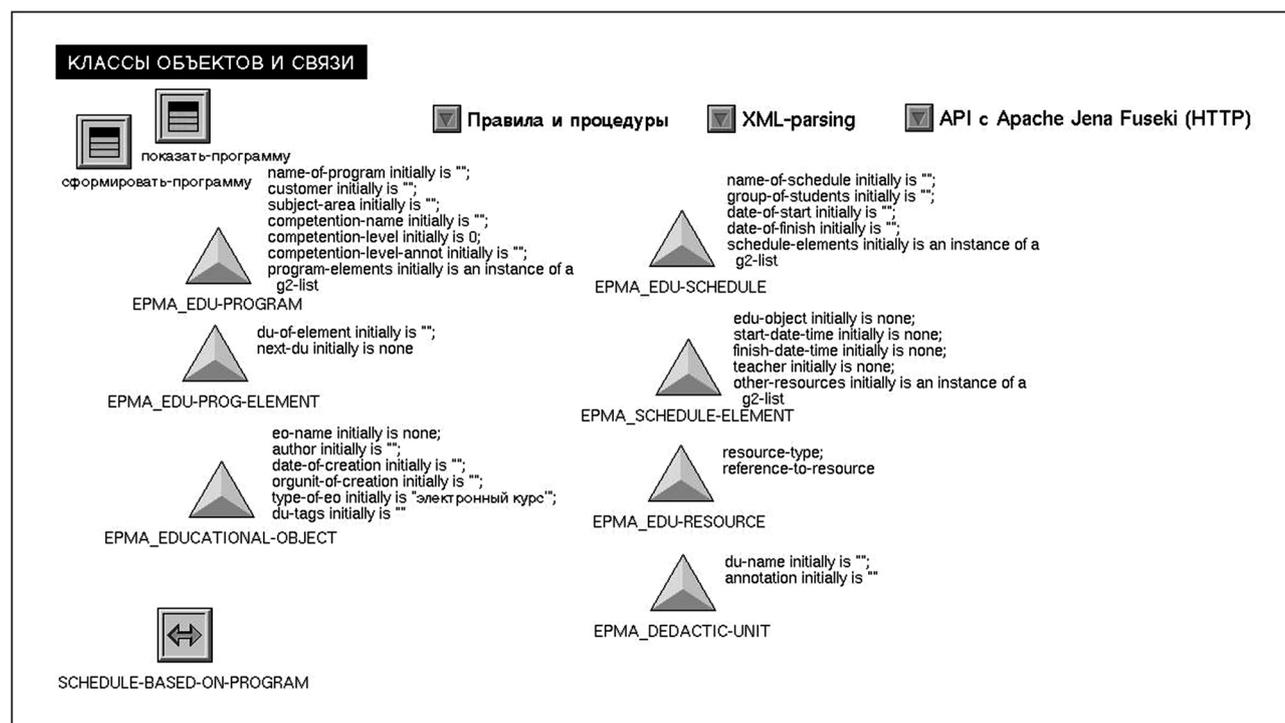


Рис. 3. Рабочее пространство с элементами разработки для агента менеджера ОП в G2

что обеспечивает возможность организации модульной прототипной разработки, когда разработанный прототип или любая его часть может быть тут же протестирована в среде разработки. Другая важная особенность G2, необходимая для разработки интеллектуальных агентов – это широкие коммуникационные возможности разных уровней: от встроенного механизма взаимодействия между двумя G2-приложениями с возможностью прямого доступа к содержимому удаленной базы знаний, до инструментария построения собственного программного интерфейса к другим программным системам и возможности выполнения кода на языке C/C++.

Агенты G2 реализованы на основе объектной модели предметной области. Структура классов объектов для агента менеджера образовательных программ (ОП) показана на рис. 3.

**Технология онтологической организации и поиска учебных объектов.** Для представления и интеграции разнородных источников знаний в информационно-образовательном пространстве предлагается метод представления знаний об учебных объектах на основе их семантической разметки с помощью онтологий компетенций, предметной области и учебных объектов (ресурсов). В качестве средства подготовки и тестирования онтологий и запросов к ней была использована среда разработки онтологий Protégé Стэнфордского центра био-медицинской информатики [11]. Онтология и база знаний ИОП формализованы с помощью фреймворка RDF/RDFS, который был разработан консорциумом W3C [12]. В качестве языка, используемого для формализации поисковых запросов к базе знаний ИОП, используется язык SPARQL [13]. Примеры запросов к базе знаний на языке SPARQL приведены ниже.

В качестве технологической платформы хранения и обработки онтологий был выбран фреймворк Apache Jena [14], представляющий собой набор компонент и java-библиотек для разработки приложений Semantic Web на основе онтологий. В рамках Apache Jena выделяют:

- ARQ и Fuseki – поисковые механизмы Jena, поддерживающие SPARQL.

- Механизмы вывода на основе онтологий (схем RDFS и OWL).

Компонент Fuseki, являющийся сервером обработки запросов SPARQL, использовался в рамках программной реализации ИОП. Выбор данного инструмента обусловлен следующим:

- Сервер построен на базе инструментария работы с онтологиями с открытым кодом, разрабатываемого сообществом Apache и распространяемого на условиях свободного использования, и обладает всеми возможностями сервера онтологических запросов с поддержкой языка SPARQL.

- Fuseki поддерживает программные интерфейсы на базе Java и по протоколу HTTP, с помощью которого передаются запросы SPARQL (SoH) и возвращаются ре-

зультаты в различных форматах, в том числе XML.

- В состав Fuseki входит удобный web-интерфейс администрирования, позволяющий загрузить онтологии во внутреннее хранилище из файлов RDF или OWL и тестировать запросы. Сервер Fuseki позволяет организовать как временное (на время работы сервера) хранилище онтологий в памяти компьютера, так и постоянное – на базе еще одного компонента Apache Jena TDB (Triple database). Онтологии и базы знаний, формализованные с помощью RDF/RDFS могут быть без изменений загружены в TDB, так как структура этой СУБД базируется на том же подходе, что и RDF/RDFS – описание фактов в виде триплетов «субъект – предикат – объект».

- В сервере Fuseki 2-й версии реализована поддержка безопасного доступа к онтологиям на основе инструментария Apache Shiro.

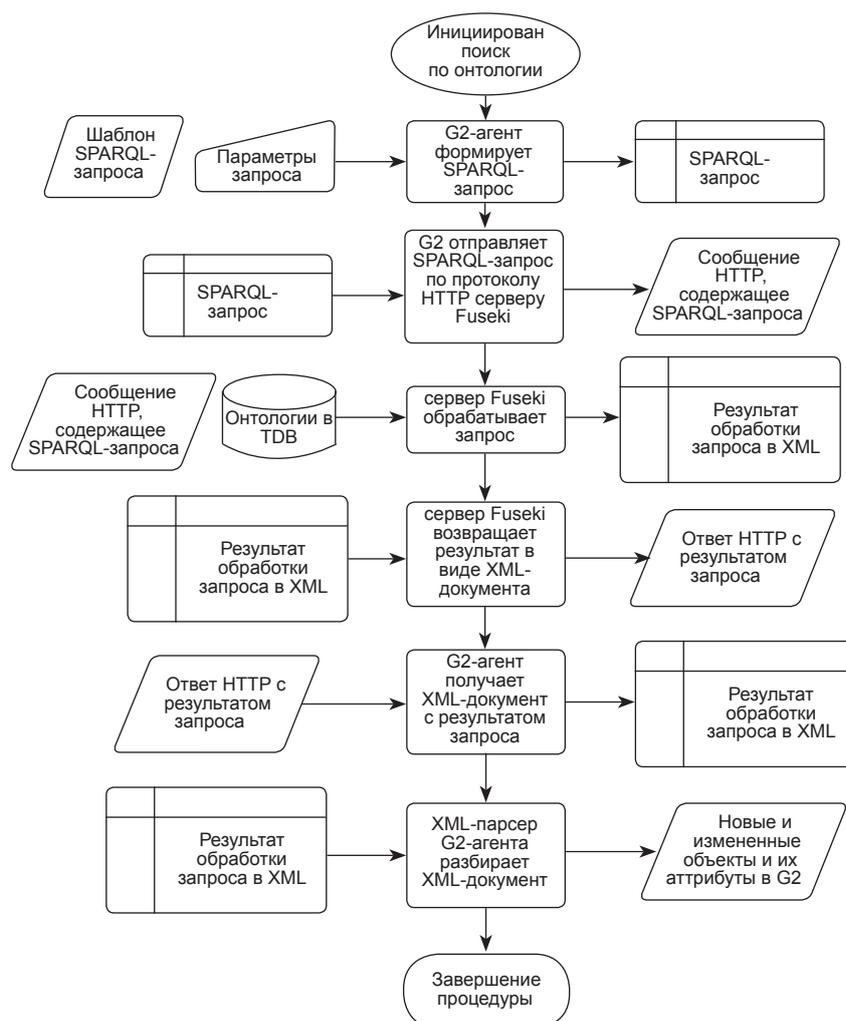


Рис. 4. Процедура выполнения и обработки поискового запроса

**Технология взаимодействия агентов и онтологий.** Программная архитектура ДИСУ ИОП имеет распределенный характер – агенты системы функционируют независимо в сетевой среде и взаимодействуют друг с другом опосредованно с помощью набора онтологий. Обращение к онтологии агентами G2 осуществляется через поисковый механизм Fuseki. Для реализации программного интерфейса агентов G2 с сервером Fuseki использовалась передача запросов по протоколу HTTP (SoH). Агенты используют встроенные средства G2 (SAX-парсер) для формирования запроса и интерпретации его результатов в XML. Процедура выполнения и обработки поискового запроса в общем виде представлена на рисунке 4.

Технология взаимодействия интеллектуальных агентов в G2 с сервером обработки SPARQL-запросов выглядит следующим образом:

- На первом шаге агент G2 подготавливает запрос SPARQL на основе имеющихся шаблонов запросов, подставляя в них при необходимости значения требуемых параметров.

- Затем агентом подготавливается сообщение HTTP, содержащее запрос, и отправляется на сервер Fuseki. Сервер обрабатывает запрос и подготавливает результат в виде XML-документа.

- Затем сервер возвращает подготовленный XML-документ по протоколу HTTP обратно агенту G2.

- Агент извлекает полученный XML-документ и с помощью процедур обработки встроенного SAX-парсера интерпретирует результат запроса в значения атрибутов объектов и действия.

#### 4. Онтологическое представление информационно-образовательного пространства

Распределенный характер образовательных ресурсов в информационно-образовательном пространстве предопределяет необходимость централизации управления этим контентом с помощью онтологий. При этом описания учебных объектов в онтологии, как правило, содержат ссылки на реальные физические источники, которые находятся в распределенной сети Интернет/Интранет. Учебные объекты могут иметь сложную иерархическую структуру агрегативного типа (отражение отношений «целое – часть») и версию природы хранения с учетом различных дат и авторов. В качестве объектов могут выступать как информационные ресурсы различной природы, реализуемые процедурами-сервисами для решения различных образовательных задач, например, предоставления разделов электронных учебников, выполнения практических и лабораторных работ, тестирования.

Концептуальное представление ИОП в виде онтологий обеспечивает семантическую интерпретацию запросов к образовательному контенту, реализацию унифицированного интеллектуального доступа к множеству источников знаний [4]. В основе концептуального уровня структуры знаний лежит таксономия используемых понятий или онтология, предназначенная для идентификации различных компонентов знания. Онтологию можно рассматривать, как систему рубрикации предметной области, с помощью которой интегрируются разнородные источники знаний. С другой стороны, онтология часто рассматривается, как словарь-тезаурус, совместно используемый для упрощения коммуникации пользователей, формулирования и интерпретации их запросов.

Для информационно-образовательного пространства онтологическое знание организуется в виде трех онтологий как это представлено на рисунке 5:

- онтология предметной области, с помощью которой задается семантика профессиональной деятельности в виде множества иерархически упорядоченных дидактических единиц (#1);

- онтология компетенций, с помощью которой определяются квалификационные характеристики освоения профессиональной деятельности (#2).

- онтология образовательной деятельности, с помощью кото-

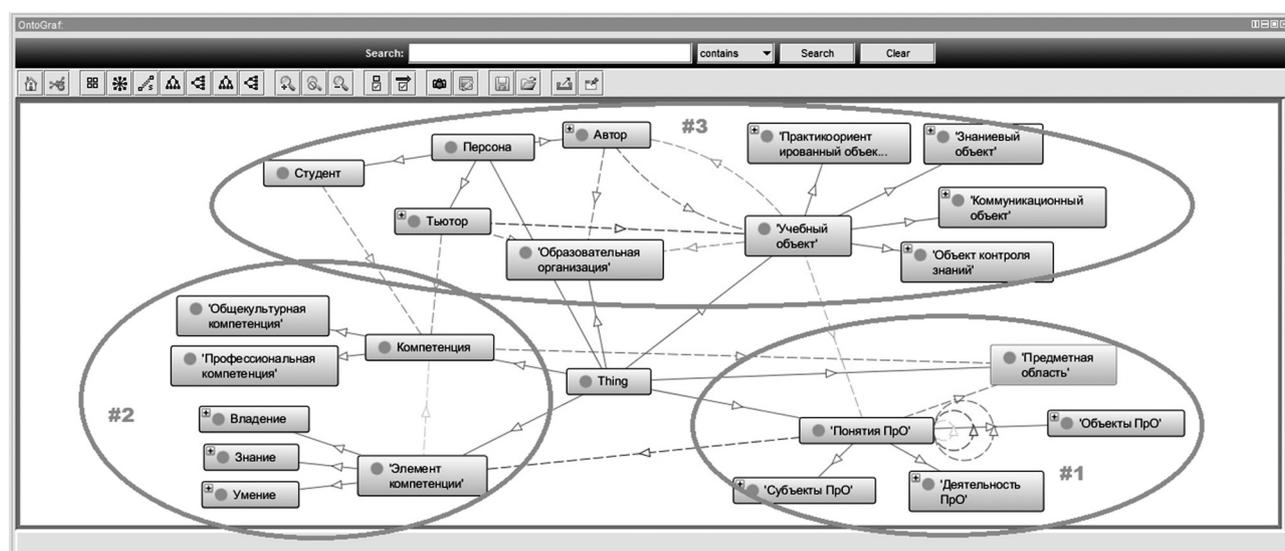


Рис. 5. Онтологическая структура базы знаний ИОП

рой обеспечивается управление учебным контентом и субъектами образовательной деятельности, задаётся описание используемых образовательных ресурсов: текстовых учебных материалов, практических и лабораторных работ, тестов, коммуникационных взаимодействий, профилей участников образовательного процесса (#3).

Элементы онтологий связаны друг с другом и в рамках настоящего проекта представляются в виде единой онтологии ИОП, на основе которой осуществляется аннотирование и индексирование источников знаний в распределённом хранилище учебных объектов.

Метаописание учебных объектов и ресурсов представляются в онтологиях образовательной деятельности и совместно с онтологиями предметной области (ПрО) и компетенций позволяет повысить адаптивность и интеллектуальность их применения в различных целях при формировании индивидуальных траекторий обучения.

Рассмотрим организацию онтологического знания более детально.

### Онтология предметных областей

Основные свойства *Предметной области*:

- Название
- Множество Понятий ПрО

Основные свойства *Понятий ПрО*:

- Класс (описание действий, объекта или субъекта деятельности)
- Родовидовые отношения с другими понятиями ПрО
- Отношения агрегации с другими понятиями ПрО
- Название
- Связь с Предметной областью
- Связь с формируемыми элементами Компетенций
- Перечень обязательных базовых Понятий ПрО (для целей обучения)

### Онтология компетенций

Основные свойства *Компетенций*:

- Класс (профессиональная компетенция, общекультурная компетенция и т.д.)
- Название

- Уровень компетенции (от 1 до 5)
- Описание (особенности конкретного уровня компетенции)
  - Связь с предметной областью
  - Связь с составными элементами компетенции: знаниями, умениями, владениями

Основные свойства *Элементов компетенций (Дидактических единиц)*:

- Класс (знания, умения, владения)
- Название
- Связь с понятиями, описывающими набор объектов, субъектов и действий в рамках заданной предметной области
- Связь с компетенциями

### Онтология образовательной деятельности

Основные свойства *учебных объектов*:

- Класс (тест, учебник, видео и т.д.)
- Название учебного объекта
- Автор учебного объекта
- Перечень рассматриваемых понятий ПрО
- Перечень поддерживаемых стандартов и регламентов
- Время доступности учебного объекта
  - Дата создания
  - Язык учебного объекта
  - Цель изучения
  - Входные данные
  - Выходные данные
  - Ссылка (URL) на реализацию учебного объекта
  - Длительность (трудоемкость) изучения учебного объекта

Основные свойства *тьютора*:

- Имя тьютора
- Организация, в которой работает тьютор
  - Перечень понятий ПрО, которые описывают специализацию тьютора
  - Уровень компетенций тьютора

Основные свойства *авторов учебных объектов*:

- Имя автора
- Организация, в которой работает автор
  - Перечень разработанных учебных объектов

## 5. Технология формирования образовательной программы и расписания обучения

Образовательная программа обучения и расписание обучения в сетевой распределённой среде строятся в соответствии с индивидуальными потребностями субъекта обучения: отдельного человека или группы людей.

Целью задачи построения индивидуальной программы обучения является построение сетевой модели обучения в виде направленного графа последовательности освоения дидактических единиц (ДЕ). Результатом этого освоения должно стать достижение обучаемым заданного уровня компетенций. В качестве исходных данных для решения этой задачи должны быть заданы требования заказчика к целевому уровню компетенции обучаемых специалистов, а также требования к условиям обучения: срокам, конкретным дням и времени обучения. Рассмотрим решение задачи в два этапа:

- Формирование образовательной программы.
- Составление расписания обучения.

Задача формирования образовательной программы заключается в подборе элементов компетенций (дидактических единиц), которые должен освоить обучающийся для достижения необходимого уровня компетенции, и расположении их в порядке освоения. Последовательность действий по формированию программы агентом менеджера программ представлена на рис. 6.

Построение образовательной программы производится соответствующим агентом на основе онтологии компетенций и согласования с заказчиком индивидуальных потребностей и особенностей обучаемых. Состав и последовательность освоения необходимых дидактических единиц (ДЕ) формируется агентом на основе заданной предметной области и уровня компетенции. Формирование программы производится путем подбора дидактических единиц, необходимых для получения заданного уровня компетенции. При этом возможно

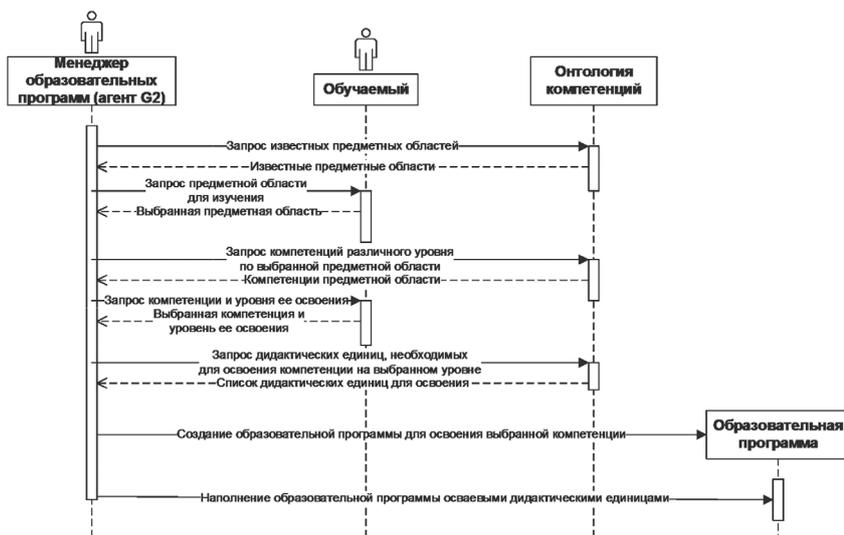


Рис. 6. Диаграмма последовательности формирования программы обучения

Образовательная программа	
<b>Предметная область:</b>	Информационные технологии
<b>Квалификация:</b>	Проектирование ИС на уровне: 2
Для получения необходимого уровня квалификации необходимо освоить следующие дидактические единицы:	
Знания	Архитектура ИС
	Жизненный цикл ИС
	Методологии проектирования ИС
	Технологии проектирования ИС
	Инструментальные средства проектирования ИС
Умения	Моделировать бизнес-процессы
	Формировать и анализировать требования к ИС
	Проектировать информационное обеспечение ИС
Навыки	Проектировать программное обеспечение ИС
	Проектировать организационное обеспечение ИС
	Проектировать организационное обеспечение ИС
Навыки	Навыки работы в среде моделирования Brwin/Erwin
	Навыки работы в среде моделирования ARIS
	Навыки работы в среде моделирования IBM Rational Architect

Рис. 7. Пример образовательной программы

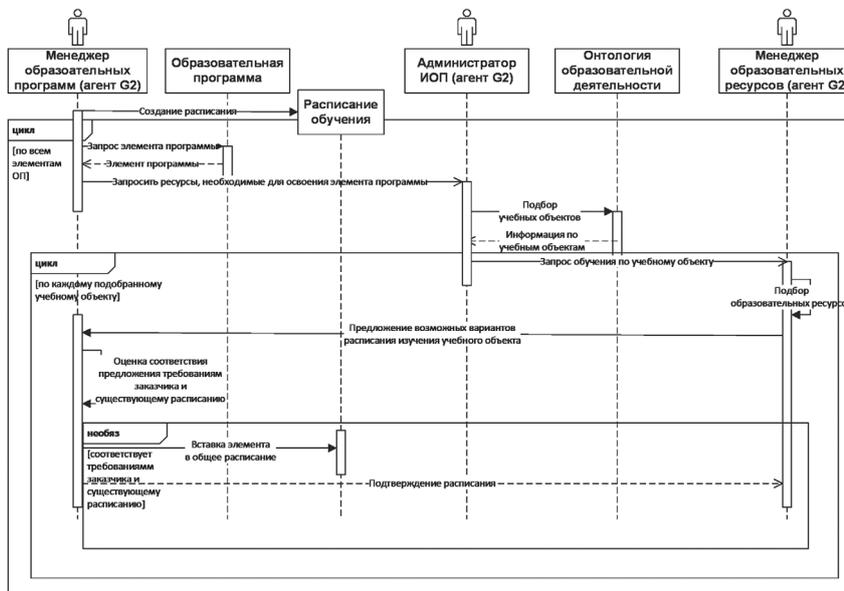


Рис. 8. Диаграмма последовательности составления расписания

тестирование знаний обучаемого с целью исключения уже усвоенных ДЕ и добавление не связанных напрямую с осваиваемой компетенцией ДЕ, являющихся базовыми для других ДЕ.

Введенная анкета в G2 последовательно преобразуется в последовательность запросов на языке SPARQL:

Для отбора существующих в базе знаний ИОП предметных об-

ластей необходимо выполнить запрос 1, возвращающий наименования предметных областей.

```
SELECT ?subjectname
WHERE {?subject a iee:SubjectArea;
       iee:name ?subjectname.} (1)
```

Для того, чтобы отобразить компетенции, связанные с конкретной предметной областью, необходимо выполнить запрос 2, возвращающий наименования компетенций и их категории.

```
SELECT DISTINCT ?competencename
?competencecategory
WHERE {?subject a iee:SubjectArea;
         iee:name ?subjectname.
        ?competencecategory
        rdfs:subClassOf
        iee:Competence.
        ?competenceinstance a
        ?competencecategory;
        iee:relatesTo ?subject;
        iee:name ?competencename.
        FILTER (?subjectname =
        "Information Technology");}
```

Следующим шагом является определение заданных уровней и их описаний для выбранной компетенции. Для этого необходимо выполнить запрос 3, возвращающий название компетенции, ее уровни и их описание.

```
SELECT ?competencename
?competencelevel ?competencedesc
WHERE {?competenceinstance
       iee:description ?competencedesc;
       iee:name ?competencename;
       iee:hasCompetenceLevel
       ?competencelevel.
       FILTER (?competencename = "Проектирование информационных систем");
       ORDER BY (?competencelevel)}
```

Уровень компетенций, выбранный пользователем определяет дидактические единицы – элементы компетенций (знать, уметь, владеть), которые ему необходимо освоить. Список элементов компетенций формируется в результате выполнения запроса 4 и содержит названия элементов на естественном языке, идентификаторы и типы элементов.

```
SELECT DISTINCT ?compel
?compelclass ?compelname
WHERE {?competenceinstance
       iee:hasCompetenceLevel ?compel;
       iee:name ?competencename.
       ?compel a ?compelclass;
       iee:isPartOf ?competenceinstance;
       iee:name ?compelname.
       ?compelclass rdfs:subClassOf
       iee:CompetenceElement.
       FILTER (?compellevel <= 2 &&
       ?competencename = "Проектирование информационных систем") }
```

Расписание освоения образовательной программы									
Предметная область: Информационные технологии									
Квалификация: Проектирование ИС		на уровне: 2							
Учебный объект	Осваиваемые дидактические единицы	Тип учебного объекта	Дата/время начала		Дата/время окончания		Преподаватель	Владелец учебного объекта	Ссылка на учебный объект
A01 "Технология проектирования ИС"	Технология проектирования ИС	видеолекция	01.11.2015	11:50	01.11.2015	14:00	Иванов И.И.	РЭУ им. Г.В. Плеханова	<a href="http://study.mesi.ru/sites/Workplaces/15/309463">http://study.mesi.ru/sites/Workplaces/15/309463</a>
T01 "Технология проектирования ИС"	Технология проектирования ИС	тест	05.11.2015	0:00	06.11.2015	23:59	Петров П.П.	РЭУ им. Г.В. Плеханова	<a href="http://study.mesi.ru/etutor/layouts/ElrPortal/Test_DBM">http://study.mesi.ru/etutor/layouts/ElrPortal/Test_DBM</a>

Рис. 9. Пример расписания освоения образовательной программы

В результате выполнения описанной процедуры формируется образовательная программа, пример, которой представлен на рис. 7.

Задача составления расписания обучения заключается в подборе по выбранным элементам компетенций (дидактическим единицам) учебных объектов для освоения, которые могут принадлежать различным владельцам образовательных ресурсов в ИОП, и согласованию с владельцами ресурсов условий и сроков обучения в соответствии с требованиями заказчика и возможностями обучающей организации. Последовательность действий по составлению расписания обучения агентом менеджера образовательных программ совместно с агентами-менеджерами образовательных ресурсов и агентом-администратором ИОП представлена на рис.8.

В рамках процесса составления расписания освоения образовательной программы агент-менеджер ОП формирует расписание, запрашивая под каждый элемент программы обучения необходимые учебные объекты у агента-администратора ИОП. В свою очередь, агент-администратор ИОП на основе онтологии образовательной деятельности подбирает соответ-

ствующие запросу учебные объекты и отправляет запросы агентам-менеджерам образовательных ресурсов, которые управляют этими учебными объектами. Далее агент-менеджер образовательных ресурсов, получивший запрос, подбирает необходимые ресурсы (преподаватель, виртуальные учебные среды и т.п.) для запрашиваемого учебного объекта, составляет возможные варианты графика преподавания и подготавливает на их основе предложение агенту-менеджеру образовательной программы. Агент менеджер образовательной программы, на основе согласования всех поступивших предложений от агентов-менеджеров образовательных ресурсов с требованиями заказчика и уже существующим расписанием освоения образовательной программы, выбирает наиболее подходящий вариант и вставляет его в расписание.

Выборка учебных объектов, соответствующих сформированному расписанию, реализуется с помощью запроса к онтологии образовательной деятельности. При этом определяются учебные объекты, направленные на всестороннее изучение каждого из понятий (имеется в виду, как теоретический, так и практический аспекты), а также

сервисы контроля и связанные коммуникационные сервисы:

```
SELECT ?lo ?loname ?locategory ?loclass
WHERE {?prounit iee:name ?prounitname. (5)
?locategory rdfs:subClassOf
iee:LearningObject.
?loclass rdfs:subClassOf
?locategory.
?lo a ?loclass;
iee:name ?loname;
iee:describes ?prounit.
FILTER (?prounitname = "Информационные системы. Понятия.")}
```

В результате выполнения процедуры формируется расписание освоения образовательной программы, пример которой представлен на рис. 9.

## 5. Заключение

Рассмотренная в статье программная реализация информационно-образовательного пространства на основе применения многоагентной технологии обеспечивает гибкое формирование образовательных программ в сетевой среде обучения в соответствии с актуальными потребностями образовательных учреждений и отдельных обучающихся. При этом достигается повышение эффективности коллективного использования в образовательных процессах распределенных в ИОП информационных ресурсов и сервисов.

## Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
2. Зиндер Е.З. Базовые требования к информационно-образовательным пространствам, основанные на их фундаментальных свойствах. // Журнал «Открытое образование», № 3, 2015.
3. Зиндер Е.З. Основания генезиса фундаментальных свойств и базовых требований к информационно-образовательным пространствам. // Журнал «Открытое образование», № 2, 2015.
4. Тельнов Ю.Ф. Принципы и методы семантического структурирования информационно-образовательного пространства на основе реализации онтологического подхода // Вестник УМО. Экономика, статистика, информатика, 2014, № 1. – С. 187–191.
5. Тарасов В.В. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352с.

6. Тельнов Ю.Ф. Модель многоагентной системы реализации информационно-образовательного пространства // Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24–27 сентября 2014 г., г. Казань, Россия): Труды конференции. Т.1. – Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. – С. 334 – 343.
7. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Горовой В.А. Модели и методы формирования онтологий // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2006. № 46.
8. Кудрявцев Д.В. Системы управления знаниями и применение онтологий. – СПб: Изд-во Политех. ун-та, 2010. – 344 с.
9. Тельнов Ю.Ф. Онтологический инжиниринг как инструмент системных преобразований предприятия // Сборник трудов 4-й Российской научно-практической конференции «Актуальные проблемы системной и программной инженерии (АПСПИ 2015)
10. Gensym. Real-Time Management of Mission Critical Systems [URL: <http://www.gensym.com/>]
11. Protégé is a free, open-source ontology editor and framework for building intelligent systems [URL: <http://protege.stanford.edu/>]
12. RDF – Semantic Web Standards [URL: <http://www.w3.org/RDF/>]
13. SPARQL Query Language for RDF [URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>]
14. Apache Jena [URL: <http://jena.apache.org/>]

# Дисциплина «Автоматизация управления жизненным циклом продукции» и ее роль в техническом университете

*Статья посвящена проектированию комплексной дисциплины «Автоматизация управления жизненным циклом продукции» в соответствии с компетентностным подходом и описанию ее роли в образовательном процессе технического университета*

**Ключевые слова:** информационные технологии, жизненный цикл, управление жизненным циклом продукции (PLM), сложная техническая система, теория и методика обучения, PDM-система, модель изделия, виртуальная организация, единое информационное пространство.

## THE DISCIPLINE «COMPUTER-BASED PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT» AND ITS ROLE IN TECHNICAL UNIVERSITY

*The paper is devoted to the creation of complex discipline «Computer-based Product Lifecycle Management» in accordance to competency approach and specification of its role in education process for technical university*

**Keywords:** Information Technologies, Lifecycle, Product Lifecycle Management, Complex Technical System, Education Theory and Technique, PDM-system, Product Model, Virtual Organization, Integrated Information Space.

### 1. Введение

Формирование *синергетических учебных организаций* [1], в частности, *сетевых (виртуальных) кафедр* в техническом университете [2], предполагает выделение ряда комплексных дисциплин, исходя из профиля кафедры. Ключевой задачей образовательного процесса на кафедре «Компьютерные системы автоматизации производства» (ПК-9) МГТУ им. Н.Э.Баумана является эффективная подготовка высококвалифицированных специалистов в области компьютерно-интегрированных производств. В этом плане на кафедре разработана базовая комплексная дисциплина «*Автоматизация управления жизненным циклом продукции*» [3–5], позволяющая объединить и увязать между собой знания студентов, полученные на протяжении обучения в университете. Также

эта дисциплина видится важным звеном для подготовки перспективного курса «*Инжиниринг предприятий*», направленного на формирование у студентов целостной картины создания предприятий нового поколения в результате инженерной деятельности [6, 7].

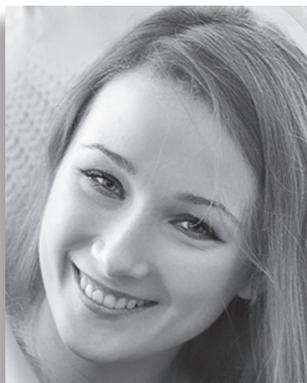
### 2. Дисциплина «Автоматизация управления жизненным циклом продукции»

Рассматриваемая дисциплина, предназначенная для обучения студентов выпускного курса бакалавриата, посвящена изучению вариантов построения и использования новых информационных технологий в *системе управления жизненным циклом продукции* Product Lifecycle Management (PLM). В основе концепции PLM лежат понятия единого информационного

пространства предприятия (сети предприятий) и интегрированной модели изделия. Последняя включает всю информацию, необходимую для описания изделия, как то: обозначение, структура, свойства, технология изготовления, условия внедрения и эксплуатации. Центральным звеном системы PLM является система управления данными об изделии PDM (Product Data Management) [3].

В курсе рассматриваются понятия и модели жизненных циклов (ЖЦ) [4,5,7], а также основные функции, которые системы PLM и PDM должны предоставлять пользователям:

- централизация инженерных данных: управление хранением данных и документами, управление процессами, управление структурой изделия, классификация изделий;
- визуализация и цифровая сборка;



**Алена Валериевна Федотова,**  
к.т.н., доцент каф. РК-9  
Тел.: (926)-596-53-59  
Эл. почта: [afedotova.bmstu@gmail.com](mailto:afedotova.bmstu@gmail.com)  
Московский государственный  
технический университет им.  
Н.Э.Баумана  
[www.bmstu.ru](http://www.bmstu.ru)

**Alena V. Fedotova,**  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor  
Тел.: (926) 596-53-59  
E-mail: [afedotova.bmstu@gmail.com](mailto:afedotova.bmstu@gmail.com)  
Bauman Moscow State Technical  
University  
[www.bmstu.ru](http://www.bmstu.ru)



**Валерий Борисович Тарасов,**  
к.т.н., доцент каф. РК-9  
Тел.: (910)-479-60-56  
Эл. почта: [tarasov@rk9.bmstu.ru](mailto:tarasov@rk9.bmstu.ru)  
Московский государственный  
технический университет им.  
Н.Э.Баумана  
[www.bmstu.ru](http://www.bmstu.ru)

**Valery B. Tarassov,**  
Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor  
Тел.: (910)-479-60-56  
E-mail: [tarasov@rk9.bmstu.ru](mailto:tarasov@rk9.bmstu.ru)  
Bauman Moscow State Technical  
University  
[www.bmstu.ru](http://www.bmstu.ru)

- управление изменениями в инженерных данных;
- обеспечение безопасности и прав доступа;
- управление проектами и портфелями;
- инжиниринг ЖЦ на основе его моделирования;
- управление требованиями к продукции и удовлетворение ограничений;
- информационная интеграция этапов ЖЦ;
- кросс-функциональные потоки работ;
- управление знаниями, циркулирующими на всем протяжении ЖЦ, онтологическое моделирование;
- поддержка многоагентных и сервис-ориентированных технологий;
- совершенствование совместной работы в распределенных командах;
- обеспечение обратных связи от более поздних этапов ЖЦ к более ранним.

### 3. Проектирование дисциплины в соответствии с компетентностным подходом

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по направлению подготовки 220700 Автоматизация технологических процессов и производств (квалификация (степень) «бакалавр») для овладения необходимыми общекультурными и профессиональными компетенциями (ОК-4, ОК-6, ОК-8, ОК-10, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ОК-20, ПК-1, ПК-2, ПК-3–53) студент должен **знать** из дисциплины «Автоматизация управления жизненным циклом»:

- основные понятия, относящиеся к жизненному циклу продукции, этапы жизненного цикла продукции;
- основы автоматизации процессов жизненного цикла продукции;
- принципы и технологии управления конфигурацией, данными об изделии, функциональные возможности системы, управления данными об изделии;

– методики создания единого информационного пространства, внедрения высокоэффективных технологий на предприятиях.

#### Уметь:

- управлять с помощью конкретных программных систем этапами жизненного цикла продукции;
- использовать основные принципы автоматизированного управления жизненным циклом продукции и функционирования виртуального предприятия;
- иметь навыки применения методов анализа различных этапов жизненного цикла продукции и управления ими.

На базе анализа Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования [8] предложено разбить дисциплину по модульному принципу. В курсе предусмотрены лекции, семинары и лабораторные работы. Предполагается выполнение 1 домашнего задания и 3 рубежных контролей (по завершению каждого модуля).

В МГТУ им. Н.Э.Баумана на данную дисциплину выделено 72 часа, из них:

- Лекции (24 часа),
- Семинары (12 часов),
- Лабораторные работы (12 часов),
- 1 домашнее задание + самостоятельная работа (24 часа),
- 3 рубежных контроля (по завершению каждого модуля).

### 4. Структура лекционного курса

Дисциплина «Автоматизация управления ЖЦ продукции» содержит 3 модуля:

1. Жизненный цикл продукции (Product Lifecycle);
2. Управление жизненным циклом продукции (Product Lifecycle Management);
3. Системы управления жизненным циклом (PLM-системы).

**3.1. Жизненный цикл продукции (Product Lifecycle):** понятия, примеры, моделирование ЖЦ, инженерия ЖЦ.

Понятие «жизненный цикл» и модели ЖЦ для различных клас-

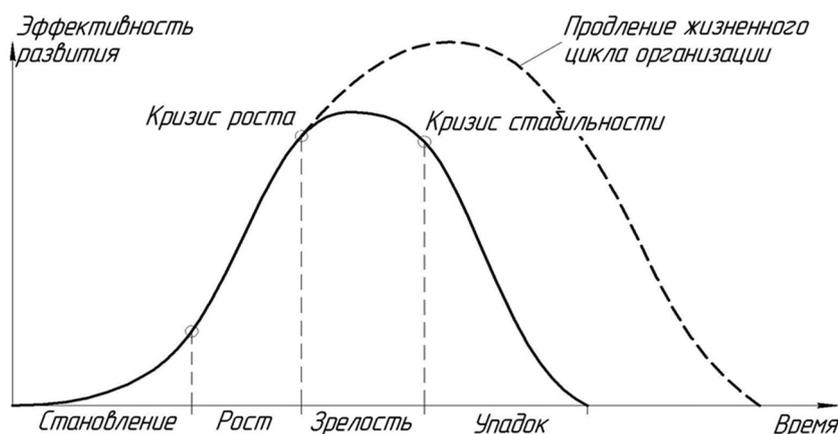


Рис. 1. Жизненный цикл организации и его продление

сов естественных и искусственных систем являются одними из важнейших объектов современной теории систем как междисциплинарной научной области [5,9]. В то же время различные по содержанию и структуре ЖЦ изучаются в конкретных научных областях. Так, например, в современном маркетинге одной из базовых концепций является представление о жизненном цикле товара. Соответственно, выделяют такие этапы ЖЦ товара как его выведение на рынок, этап роста, этап зрелости, этап спада и ухода с рынка. В случае с информационными системами ЖЦ программного обеспечения включает этапы планирования, анализа риска (требований), конструирования, оценки, внедрения и сопровождения. В данном модуле главное внимание уделяется жизненному циклу сложных технических систем в машиностроении, охватывающему стадии проектирования, производства и эксплуатации изделий. Отличительной особенностью нашего подхода является рассмотрение также жизненного цикла предприятия и путей его удлинения путем перехода на новые цели и стратегии, определяемые потребностями и возможностями внутренней и внешней среды. Следует отметить, что участие в организационных сетях и совместное использование ресурсов также позволяют продлить жизненный цикл организации (рис.1).

Необходимыми условиями эффективности управления ЖЦ являются его *инженерия* и *моделирование*. В конце XX-го–начале XXI-го века возникла концепция

инженерии жизненного цикла LE (Lifecycle Engineering) [10], которая предполагает широкое применение современных информационных и коммуникационных технологий при моделировании и интеграции его этапов. Следует отметить, что разработчиками и пользователями PLM-систем до сих пор уделяется недостаточное внимание вопросам моделирования и инженерии жизненного цикла.

Важной чертой преподавания данного модуля дисциплины в отличие от предыдущего курса является введение формальных представлений линейных, круговых, спиральных моделей жизненного цикла вместе с содержательным анализом соответствующих параметров. Приводятся онтологические модели ЖЦ [11] (рис.2). Излагаются варианты грануляции ЖЦ

(перехода на различные уровни детализации при его рассмотрении). В частности, связи между этапами ЖЦ описаны с помощью отношений логики Аллена и ее расширений [10].

Построение спиральных моделей ЖЦ позволяет соединить, на первый взгляд, противоречащие друг другу линейные и круговые модели. Здесь линейная модель времени выражает такие свойства времени как течение, направленность, необратимость, тогда как круговая модель делает акцент на итеративности и ритмичности процессов на протяжении ЖЦ.

Поскольку общие издержки по жизненному циклу сложной технической системы (СТС) в основном формируются на стадии проектирования, в последние два десятилетия появились и активно развиваются новые инженерные стратегии, принципы и правила, направленные на сокращение этих издержек. Это достигается путем предварительной проработки на начальных стадиях ЖЦ СТС (а именно, на этапах проектирования) важнейших аспектов ее производства и эксплуатации, обычно затрагиваемых только на более поздних стадиях жизненного цикла. Такие новые стратегии объединяются термином «Проектирование для X» (Design for X), где под X понимаются любые стадии и этапы ЖЦ, следующие за про-

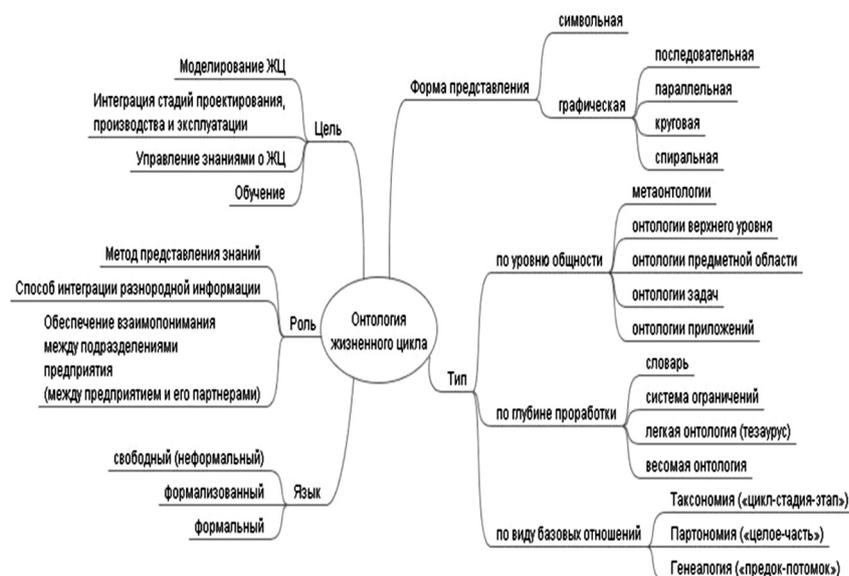


Рис. 2. Онтология жизненного цикла: представление в виде ментальной карты

ектированием. Например, «проектирование для производства» (Design for Manufacturing), «проектирование для сборки» (Design for Assembly) или «проектирование для рекуперации СТС» (Design for Recycling).

Среди этих стратегий важное место занимает «проектирование для технического обслуживания» (Design for Maintenance) – свод принципов и правил разработки СТС, направленных на обеспечение простоты ее техническое обслуживание и ремонта, а также уменьшение их стоимости. В качестве примеров правил «проектирования для ТО» можно привести следующие:

- Использовать стандартные, универсальные компоненты, так как они просты в обслуживании;
- Использовать крепежи, которые способствуют ускорению работ по ТО (в идеальной ситуации без использования инструментов для вскрытия или удаления компоненты);
- Свести к минимуму количество типов крепления;
- Избегать движущихся частей, и пр.

По сути, речь идет о проектировании эксплуатационной надежности будущей системы на начальных стадиях ее ЖЦ (рис. 3).

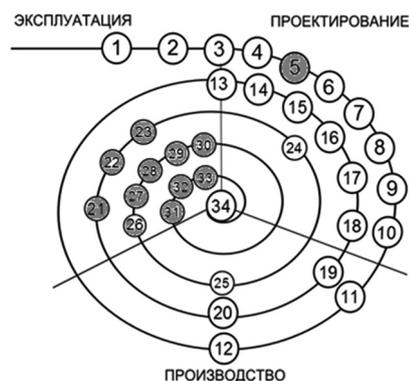


Рис. 3. Проектирование для технического обслуживания

Время – один из основных ресурсов управления ЖЦ. Отличительной особенностью ЖЦ является гетерохронность, связанная с различием временных требований и критериев на разных стадиях. На стадии проектирования стремятся сократить сроки проектирования

создаваемой системы, для чего может использоваться, например, стратегия совмещенного проектирования (Concurrent Design), но при этом также организуют проектирование DM (Design for Maintenance), направленное на облегчение технического обслуживания. На стадии эксплуатации стремятся увеличить период эксплуатации системы, за счет большей детализации ее этапов благодаря усовершенствованию системы ТОиР.

Главными аспектами *инженерии ЖЦ* выступают:

- 1) инженерия знаний и управление знаниями о ЖЦ, в частности, на основе наглядного представления его структуры,
- 2) оптимизация временных соотношений между этапами и стадиями ЖЦ СТС (например, сокращение сроков разработки и увеличение периода эксплуатации СТС);
- 3) учет и управление неопределенностями, возникающими на разных этапах ЖЦ, в частности, путем грануляции информации, циркулирующей на протяжении ЖЦ.

Здесь инженерия ЖЦ понимается как основа для интеграции различных процессов и структур на предприятии. В свою очередь, моделирование ЖЦ создает основу для выработки различных стратегий его управления.

**3.2. Управление жизненным циклом продукции (Product Lifecycle Management):** основные понятия, состав, интеллектуализация, виртуальное предприятие, единое информационное пространство.

В данном модуле главное внимание уделяется структурам управления ЖЦ продукции, путям их развития и интеллектуализации. Интеллектуализация систем управления ЖЦ достигается благодаря введению в систему управления ЖЦ дополнительных модулей управления знаниями, циркулирующими на всем протяжении ЖЦ, использованию подходов онтологического моделирования, многоагентных и сервис-ориентированных технологий (см. рис.3).

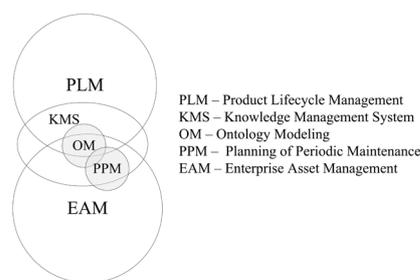


Рис. 4. Иллюстрация путей интеграции и интеллектуализации PLM-систем

Развитие общей концепции единого информационного пространства предприятий и создание удобных интернет-технологий обусловили появление специфической организационной формы выполнения масштабных проектов, связанных с разработкой, производством и эксплуатацией сложной продукции – «виртуального предприятия», которое объединяет цели и ресурсы предприятий и организаций, расположенных в различных местах, но связанных общими бизнес-процессами.

**Среда виртуального предприятия**

Согласно традиционным представлениям об управлении предприятием, процессы управления ограничиваются его внутренней средой. Внутреннее управление охватывает такие проблемы как управление ресурсами предприятия, финансовое управление, управление персоналом, управление сбытом и пр.

Однако в современную эпоху сетевой экономики в сферу внимания руководства компании и ответственности ее менеджеров начинает входить все, что как-либо влияет на производительность и конкурентоспособность – как внутри предприятия, так и за его пределами. Согласно К.Друкеру, появление «электронно-прозрачного» рынка, развитие электронного бизнеса означает выведение процессов управления за пределы предприятия, их перенос в виртуальную среду, основанную на веб-технологиях. Возникают задачи управления компонентами внешней микросреды предприятия, организации тесного взаимодействия компании с ее клиентами, поставщиками и партнерами.

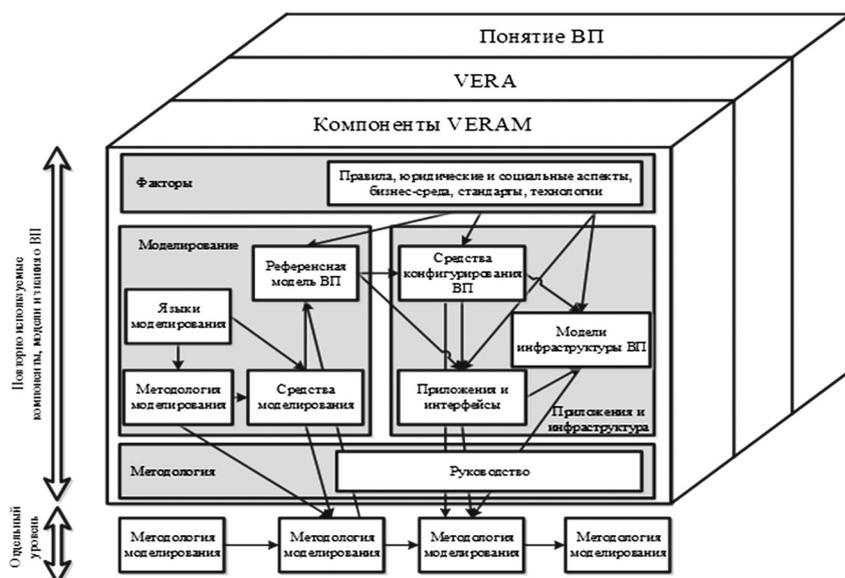


Рис. 5. Архитектура VERAM (Virtual Enterprise Reference Architecture and Model)

В данном модуле рассматривается микросреда виртуального предприятия и соответствующие информационные системы, а также архитектура VERAM (Virtual Enterprise Reference Architecture and Model [12] (рис.5) и цикл инноваций для виртуального предприятия (рис. 6).



Рис. 6. Цикл инноваций для виртуального предприятия

**Слой Архитектуры VERAM:**

Слой понятий охватывает основные понятия из области виртуального предприятия (ВП) и сети предприятий («деятельность», «процесс», «организация», «стратегия», «рынок»).

Сеть предприятий описывается как альянс предприятий, созданный для совместного использования возможностей бизнеса с помощью ВП. Главная цель сети предприятий состоит в установлении взаимных соглашений между участниками сети на основе общих стандартов, прав на интеллектуальную собственность и пр. Взаимосвязанные

между собой понятия, относящиеся к ВП, образуют онтологию ВП.

Архитектура VERA базируется на известной архитектуре GERA (Generic Enterprise Reference Architecture) и соответствующих понятиях, охватывая три основных класса моделей: 1) модели жизненного цикла, которые описывают этапы жизненного цикла каждой единицы ВП; 2) таксономические модели, которая включает родовой, видовой и специальный уровни; 3) контекст моделирования, который включает функции, информацию, организацию.

**3.3. Системы управления жизненным циклом (PLM-системы)**

В этом модуле ключевое положение занимает изучение существующих систем управления ЖЦ на примере конкретных систем управления ЖЦ, таких как Teamcenter Engineering, SAP PLM, Windchill.

Все функции на предприятии можно разделить на два вида: операционные и технические. Выполнение операционных функций обеспечивает ERP-система, а технических функций – PLM-система. Состав функций отражен на рис. 7.

Системы класса PLM позволяют осуществлять учет и отслеживать всю информацию о производимых продуктах/ изделиях; контролировать полный жизненный цикл продукции; управлять портфелем производимой продукции и обеспечивать ее гарантийной обслуживанием и сопровождение. На рис. 8 представлены высокоуровневые функции.

PLM-системы внедряют для:

- сокращения времени вывода на рынок новых продуктов и изделий;
- уменьшения расходов на разработку продуктов/изделий;
- повышения качества продукции;
- управления интеллектуальными активами компании по производимым продуктам/ изделиям;



Рис. 7. Взаимосвязи системы управления жизненным циклом продукции PLM с системой планирования и управления ресурсами предприятия ERP



Рис. 8. Назначение PLM-систем

– повышения лояльности клиентов.

Также в данном модуле рассмотрены основные игроки на рынке PLM-систем и архитектура PLM-системы [13].

## 5. Структура практического курса

Практическая часть курса включает изучение модели изделия, систем управления данными об изделии (PDM) и выполнение лабораторных работ по построению модели изделия и внесению изменений в модель изделия. В МГТУ им. Н.Э. Баумана данные работы выполняются с помощью отечественной PDM-системы PSS (PDM STEP Suite), являющейся разработкой НИЦ «Прикладная логистика».

## 6. Домашнее задание

Предполагает подготовку студентами рефератов. В реферате необходимо представить одну из систем класса PLM или PDM. Реферат

должен включать: анализ функций рассматриваемой системы, область применения, архитектуру, преимущества и недостатки по сравнению с другими системами данного класса.

## 7. Заключение

В статье изложены основы комплексной дисциплины «Автоматизация управления жизненным циклом продукции» и показана ее системообразующая роль в инженерном образовании. В качестве особого авторского вклада в развитие представленной выше дисциплины следует отметить подробное освещение вопросов инженерии жизненных циклов на основе их моделирования, а также привлечение методов и средств искусственного интеллекта к решению задач управления ЖЦ.

## Литература

1. Тарасов В.Б.. Синергетические организации в сетевой экономике знаний// Мир электронного обучения. – 2006. – № 4. – С. 68–76.
2. Емельянов В.В., Тарасов В.Б. Виртуальная кафедра в техническом университете// Дистанционное образование. – 2000. – № 6. – С. 39–45.
3. Колчин А.Ф., Стрекалов А.Ф., Овсянников М.В., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. – М.: Анахарсис, 2002.
4. Федотова А.В. Разработка моделей и методов управления: периодическими процессами технического обслуживания на авиаремонтном предприятии: автореф. дис. канд.техн.наук. – М.-Тв.: ТвГТУ, 2013. – 22 с.
5. Федотова А.В., Ветров А.Н., Тарасов В.Б. Грануляция информации при моделировании жизненного цикла сложных технических систем// Наукоедение. – 2013. – №5 (18) [Электронный ресурс]. – <http://naukovedenie.ru/PDF/53tvn513.pdf>.
6. Тельнов Ю.Ф. Эволюция парадигмы «Инжиниринг предприятий» // Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVI-й научно-практической конференции (ИП&УЗ-2013, Москва, МЭСИ, 25-26 апреля 2013 г.). – М.: МЭСИ, 2013. – С. 294–298.
7. Тарасов В.Б. Управление жизненными циклами продукции и предприятия – ключевой аспект инжиниринга сетевых предприятий// Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVII-й научно-практической конференции (ИП&УЗ-2014, Москва, МЭСИ, 24-25 апреля 2014 г.). – М.: МЭСИ, 2014. – С. 245–255.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 220700 Автоматизация технологических процессов и производств (квалификация (степень) «бакалавр»).
9. Спицнадель В. Н. Основы системного анализа: Учебное пособие. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000.
10. Molina A., Sanchez J.M., Kusiak A. Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Models and Technologies. – Heidelberg: Springer-Verlag, 1999.
11. Тарасов В.Б., Федотова А.В., Черепанов Н.В. Онтологии жизненного цикла сложной технической системы// Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. Материалы IV-й Международной научно-технической конференции (Минск, БГУИР, 20-22 февраля 2014 г.). – Минск: БГУИР, 2014. – С.471–482.
12. Zweger A., Tille M., Vesterager J. VERAM: Virtual Enterprise Reference Architecture and Methodology// Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks GLOBEMEN/ Ed.by I.Karvonen et. al. – Julkaisija Utgivare Publisher, Finland, 2002. – P. 17–38.
13. Stark J. Product Lifecycle Management: 21<sup>st</sup> Century Paradigm for Product Realization. 2<sup>nd</sup> ed. – New York: Springer Verlag, 2011.

# Разработка системы оценки эффективности научно-педагогических работников на основе интегрированного информационно-образовательного пространства<sup>1</sup>

*В статье рассматриваются вопросы разработки комплексной системы оценки эффективности научно-педагогических работников вуза в свете повышения качества высшего образования. В этой связи сделана попытка сформулировать обобщенную модель оценки эффективности труда преподавателей на основе учета различных компонентов информационно-образовательного пространства.*

**Ключевые слова:** оценка эффективности, научно-педагогические работники, информационно-образовательное пространство, технология.

## THE DEVELOPMENT OF EFFECTIVENESS ASSESSMENT SYSTEM OF SCIENTIFIC-TEACHING STAFF BASED ON INTEGRATED INFORMATION-EDUCATIONAL ENVIRONMENT

*The article discusses the development of a comprehensive effectiveness assessment system of scientific-teaching staff of the university in the context of improving the quality of higher education. In this connection, an attempt has made to formulate a generalized model of evaluating the effectiveness of teachers by taking into account the various components of information-educational environment.*

**Keywords:** evaluation of the effectiveness, scientific-teaching staff, information-educational environment, technology.

### Введение. Проблемы совершенствования системы оценки эффективности научно-педагогических работников

Актуальность проблемы совершенствования системы оценки эффективности научно-педагогических работников (НПР) высших учебных заведений обусловлена, с одной стороны, необходимостью повышения качества подготовки выпускников вузов в условиях глобализации и интеграции национальных экономик, с другой – потребностью обеспечения инновационных процессов в образовательных учреждениях. В свя-

зи с этим, проблема комплексной, независимой и объективной оценки деятельности НПР является в настоящее время чрезвычайно актуальной.

В настоящее время во многих вузах страны оценка эффективности НПР осуществляется по традиционной схеме через процедуру аттестации.

Аттестация, согласно Положению [1], проводится с целью подтверждения соответствия работников занимаемым ими должностям на основе оценки их профессиональной деятельности и призвана способствовать рациональному использованию образовательного и творческого потенциала работ-

ников, повышению их профессионального уровня, а также оптимизации подбора и расстановки кадров.

При проведении аттестации профессорско-преподавательского состава оцениваются:

– результаты научно-педагогической деятельности работников в их динамике;

– личный вклад в повышение качества образования по преподаваемым дисциплинам, в развитие науки, в решение научных проблем в соответствующей области знаний;

– участие в развитии методик обучения и воспитания обучающихся, в освоении новых образовательных технологий;

<sup>1</sup> Статья написана при поддержке РФФИ, грант 13-07-00917



**Михаил Самуилович Гаспариан,**

*к.э.н., доцент,*

*Тел.: (916) 227-75-33*

*Эл. почта: mgasparian@mesi.ru;*

*gasparian.ms@rea.ru*

*Российский экономический*

*университет имени Г.В. Плеханова*

*Кафедра прикладных информационных*

*технологий и информационной*

*безопасности,*

*www.rea.ru*

**Mikhail S. Gasparian,**

*associate professor,*

*Tel: (916) 227-75-33*

*E-mail: mgasparian@mesi.ru;*

*gasparian.ms@rea.ru*

*The department of applied information*

*technologies and information security*

*www.rea.ru*

– повышение профессионального уровня.

При проведении аттестации научных работников оцениваются:

– результаты научной деятельности работников в их динамике за период, предшествующий аттестации;

– личный вклад в развитие науки, решение научных проблем в соответствующей области знаний;

– повышение профессионального уровня.

Такая процедура аттестации имеет ряд недостатков.

Как правило, работа преподавателя в вузе достаточно многообразна и состоит из учебной, научной, методической, воспитательной и общественной деятельности. Одним из недостатков является то, что преподавателя на аттестации оценивают лишь на основании его научной и методической работы.

Следующим недостатком является то, что процесс аттестации является закрытым и решение об уровне эффективности преподавателя принимается ограниченным количеством людей, сначала членами кафедры, а затем Ученым советом.

Отсутствие конкуренции среди преподавателей в большинстве вузов страны не связано напрямую с процессом аттестации. Это причины современных реалий российского образования, связанных с отсутствием должного финансирования, что делает процедуру аттестации зачастую формальной. В современной практике известно мало случаев, когда преподаватель был не аттестован по причине высокого конкурса на должность.

Также можно заметить, что сама процедура аттестации не помогает преподавателю развиваться и совершенствоваться, т.к. нацелена на оценку его текущих достижений.

В связи с этим, целесообразно выделить следующие проблемы существующей системы оценки эффективности НПР в Российской Федерации:

– Оценка преподавателя только по его научной и методической работе.

– Закрытость процесса аттестации.

– Оценка преподавателя по формальным признакам.

– Слабая мотивация на саморазвитие.

Совершенствование методики оценки эффективности НПР связано с разработкой обобщенной модели всесторонней, независимой и объективной оценки работы преподавателей на основе системы количественных и качественных показателей. Такая модель, на наш взгляд, должна включать как формальные, так и неформальные характеристики результатов труда этой категории работников, и базироваться на ключевых элементах модели описания информационно-образовательного пространства [2, 3, 4, 6, 7].

Ключевыми компонентами модели информационно-образовательного пространства (ИОП) являются образовательный стандарт; профиль подготовки (магистерская программа, специализация и пр.); компетентностная модель образовательной программы; дисциплина (модуль, практика); результат обучения по дисциплине (модулю) в виде знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения дисциплины (модуля); учебный план как фактически интегрированная структурно-логическая схема реализации образовательной программы по заданному профилю подготовки (магистерской программе, специализации и пр.) и форме обучения, характеризующаяся набором дисциплин (модулей), распределенных по семестрам [5].

Совершенно очевидно, что научно-педагогический работник в своей работе тесно взаимосвязан с указанными компонентами, причем показатели оценки его эффективности должны как напрямую, так и косвенно отражать результаты его профессиональной деятельности.

Так, квалификация преподавателя должна соответствовать образовательному стандарту, характеризующемуся направлением и уровнем подготовки, а также набором компетенций и параметрами, задающими требования к квалификации выпускника по данному направлению и уровню подготовки.

Преподаватель, в рамках реализуемого профиля подготовки

(магистерской программы), либо непосредственно участвует в формировании траектории обучения, либо целенаправленно формирует у студента знания, умения и навыки, составляющие основу для выбранной траектории обучения (профиля, магистерской программы). Соответственно, качество разработки рабочей программы дисциплины, учебно-методических материалов, включая и фонд оценочных средств, будет напрямую влиять на формирование оптимальной модели компетенций образовательной программы, влияющей в свою очередь на качество реализации профиля подготовки (магистерской программы).

Качество преподавания учебной дисциплины во многом определяется уровнем достигнутых результатов обучения по дисциплине, проверяемым всевозможными оценочными процедурами текущего, рубежного и итогового контроля знаний. Кроме того, оценкой качества преподавания может служить и результат анкетирования студентов по завершению изучения дисциплины.

### Формирование обобщенной модели системы оценки эффективности НПП

Для формирования единой обобщенной модели системы оценки эффективности НПП, необходимо, на наш взгляд, выделить ключевые показатели деятельности НПП, базирующиеся на компонентах информационно-образовательного пространства, дать их описание и разработать методику расчета интегральной оценки.

Предлагается методика рейтинговой системы оценок деятельности преподавателей, суть которой заключается в следующем. Формируется система показателей, состоящая из  $N$  групп показателей эффективности и научно-педагогической активности преподавателей. Для каждой группы устанавливается определенный перечень показателей, всесторонне отражающий различные виды деятельности НПП в рамках группы. Методом экспертных оценок осуществляется ранжи-

рование как групп показателей, так и показателей внутри каждой группы. Таким образом, каждой группе показателей и каждому показателю внутри группы назначается весовой коэффициент на основе заранее проведенной экспертной оценки. В набор показателей могут входить такие группы показателей как:

- показатели учебной и учебно-методической деятельности;
- показатели организационно-методической деятельности;
- показатели рейтинга НПП по результатам опросов студентов;
- показатели инновационной деятельности (электронного обучения и ДОТ);
- показатели научно-методической деятельности;
- показатели научно-исследовательской деятельности;
- показатели подготовки научных кадров;
- показатели международной деятельности и др.

Следует отметить, что предлагаемая система показателей и методика оценки является гибкой и позволяет изменять экспертами весовые соотношения значимости тех или иных групп показателей и показателей внутри группы в зависимости от изменений требований к вузам, предъявляемым органами государственного управления.

Такая градация по значимости мотивирует преподавателей на деятельность, более весомую для вуза. Так, например, издание учебника или участие в разработке Федеральных Государственных образовательных стандартов имеет больший вес, чем издание учебных пособий, в том числе электронных обучающих средств, утвержденных редакционно-издательским Советом вуза. Далее по рейтингу, в сторону уменьшения, следуют учебно-методические комплексы дисциплин, еще меньший рейтинг имеют методические разработки для самостоятельной работы студента по кредитной системе обучения; методические указания, рекомендации к лабораторным, практическим и другим видам занятий. Причем, учитывается и количество изданий и все их виды, при соответствующем наличии.

Аналогичный подход может использоваться и при учете научных публикаций. Для этих показателей ранжирование публикаций может быть осуществлено следующим образом:

- публикации монографий – за рубежом; в центральных республиканских издательствах; в региональных издательствах;
- статьи в зарубежных изданиях, участие в зарубежных конференциях;
- публикации в других изданиях, участие в российских конференциях, семинарах и т.д.

В рейтинге по показателям научной работы и руководства научно-исследовательской деятельностью студентов также может учитываться участие в форумах, выставках; получение патентов; выполнение госбюджетных и хоздоговорных НИР; научная работа со студентами; наличие международных связей; руководство и научные консультации защищенных диссертаций и т.п.

В показатели учебно-методической работы, кроме основных, связанных с непосредственной работой над подготовкой и чтением дисциплин, может входить разработка и чтение новых учебных курсов, лекций с применением информационно-коммуникационных образовательных технологий; разработка и внедрение элементов инновационных технологий обучения; разработка электронных учебных ресурсов, включая видео лекции, мультимедийные презентации, слайд-лекции, электронные учебники; разработка лабораторной базы; участие в международных образовательных проектах.

Также может учитываться повышение квалификации, активная профессионально-ориентационная работа, обеспечивающая увеличение набора в бакалавриат и магистратуру. В рейтинг может входить комплексная оценка обучающимися преподавательской деятельности НПП.

Следует остановиться на таком необходимом виде работ, учитываемом в рейтинге, как организационно-методическая работа. Не секрет, что наиболее активные и высококвалифицированные преподаватели участвуют в комиссиях, рабочих

группах различного уровня от общероссийских до факультетских; в государственных аттестационных комиссиях других вузов; в работе редакционных советов; редколлегий научно-технических изданий; в экспертных и диссертационных советах. Эти виды деятельности повышают имидж вуза, но отнимают много времени и в настоящее время должным образом не поощряются.

В рейтинг должны быть включены показатели достигнутой квалификации, также влияющие на имидж вуза. К ним относятся членство в международных и отраслевых академиях, международных творческих союзах; наличие ученого звания, наличие государственных, ведомственных наград, почетных званий; почетных грамот и благодарностей различного уровня; руководство и участие в организации международных и других конференций, симпозиумов, выставок, конкурсов и т.п.

В оценки воспитательной работы должны, на наш взгляд, входить такие показатели как активное участие в общественно-политических и культурно-массовых мероприятиях различного уровня; руководство общественными организациями, ассоциациями, клубами, студенческими обществами, спортивными командами; ансамблями и т.п.; публикации, выступления в СМИ по тематикам, формирующим патриотизм, воспитывающим толерантность, межконфессиональное и духовное согласие; эффективная работа НПП в качестве кураторов; организация культурно-спортивных мероприятий; участие в общественных мероприятиях и т.п.

Весомые показатели достигнутой квалификации должны включаться в рейтинг постоянно. Наиболее значимые и трудоемкие показатели по учебно-методической и научной работе могут учитываться за последние два-три года.

### Технология реализации системы оценки эффективности НПП

Определим основные этапы предлагаемой технологии формирования системы оценки эффективности НПП на основе их рейтинга.

Дважды в год, например, в сроки до 15 сентября и до 15 февраля, структурные подразделения, осуществляющие мониторинг деятельности преподавателей, собирают с кафедр, а также самостоятельно готовят и загружают в электронном виде в репозиторий по деятельности НПП информационной системы вуза следующие сведения по показателям эффективности НПП:

- справку о научно-методической, организационно-методической, научно-исследовательской работе и о подготовке научных кадров;
- данные о мониторинге учебного процесса за оцениваемый период;
- справку о наличии и актуализации УМК дисциплин, читаемых преподавателем;
- справку о выполнении учебной нагрузки;
- результаты анкетирования обучающихся;
- сведения об участии в международной деятельности;
- сведения об инновационной деятельности;
- сведения о повышении квалификации и стажировках.

Постоянно действующая конкурсная (аттестационная) комиссия выполняет следующие функции:

- проверяет достоверность представленных документов;
- подводит итоги по рейтингу преподавателей (производит автоматизированную обработку массива данных по каждому НПП);
- рассматривает рейтинги заведующих кафедрами, подводит их итоги;
- рассматривает рейтинги кафедр и факультетов, подводит их итоги.

Алгоритм определения рейтинга преподавателя достаточно простой и сводится к следующим этапам.

Этап 1. Каждому показателю из группы назначается весовой коэффициент в зависимости от его значимости для вуза, а также производится балльная оценка деятельности НПП до данному показателю из группы в диапазоне от 0 до 100 баллов.

Этап 2. Производится расчет балльной оценки деятельности

НПП по каждой группе показателей по формуле:

$$R_i = \sum R_{ij} * K_j, \quad (1)$$

где

$R_{ij}$  – балльная оценка деятельности НПП по  $j$ -му показателю из  $i$ -ой группы;

$K_j$  – весовой коэффициент для  $j$ -го показателя.

Этап 3. Каждой группе показателей назначается весовой коэффициент в зависимости от значимости той или иной группы показателей для вуза, а также производится окончательный расчет рейтинга преподавателя по формуле:

$$R_{\text{преп.}} = \sum R_i * K_i, \quad (2)$$

где

$R_i$  – балльная оценка деятельности НПП по  $i$ -ой группе показателей;

$K_i$  – весовой коэффициент для  $i$ -ой группы показателей.

Рассчитанный рейтинг преподавателя может, в свою очередь, являться основой для отнесения его к определенной категории эффективности. Категория эффективности преподавателя может напрямую влиять на размер его базовой заработной платы. Диапазоны значений рейтингов НПП для отнесения к определенной категории эффективности могут утверждаться Ученым советом вуза в сроки, например, до 15 сентября и 15 февраля на полугодие учебного года и не могут быть пересмотрены в течение этого периода.

Предлагается следующая примерная схема распределения категорий эффективности по группам для определения размера базовой заработной платы НПП (естественно, с учетом занимаемой должности, ученой степени и звания):

Высшая категория эффективности – рейтинг преподавателя находится в диапазоне от 76 до 100 баллов.

Средняя категория эффективности – рейтинг преподавателя находится в диапазоне от 50 до 75 баллов.

Низшая категория эффективности – рейтинг преподавателя находится в диапазоне от 25 до 49 баллов.

Преподаватель не имеет права более работать в вузе и с ним требуется расторгнуть трудовые отношения, если его рейтинг ниже 25 баллов. Такой вариант должен быть предусмотрен в трудовом договоре работника с вузом.

Однако, следует отметить, что без применения дополнительных мотивационных инструментов такая схема может привести к тому, что преподаватель не будет стремиться улучшить свой рейтинг, ограничившись, например, нижней границей того или иного диапазона.

Для устранения этой проблемы целесообразно, на наш взгляд, внедрить систему премий и дополнительных выплат, прямо пропорционально зависящих от рейтинга научно-педагогического работника, а не от категории его эффективности. Более того, необходимо аналогичным образом определять рейтинги заведующих кафедрами, рейтинги кафедр и рейтинги факультетов, которые также будут влиять на размер премий и дополнительных выплат каждому работнику.

Так, например, рейтинг заведующего кафедрой может быть рассчитан на основании следующей формулы:

$$R_{\text{зав. каф.}} = R_l * K_l + R_k * K_k, \quad (3)$$

где

$R_l$  – личный рейтинг заведующего кафедрой как преподавателя,

$R_k$  – рейтинг кафедры;

$K_l$  – весовой коэффициент личного рейтинга заведующего кафедрой как преподавателя;

$K_k$  – весовой коэффициент рейтинга кафедры.

Следует уточнить, что сумма весовых коэффициентов личного рейтинга заведующего кафедрой и рейтинга кафедры должна быть равна единице.

Рейтинг кафедры может быть определен по формуле:

$$R_k = \frac{\sum_1^n R_n}{N}, \quad (4)$$

где

$R_n$  – личный рейтинг каждого преподавателя кафедры, включая рейтинг заведующего кафедрой  $R_l$ ;

$N$  – количество штатных преподавателей кафедры, участвующих в рейтинге.

Рейтинг факультета может быть рассчитан по формуле:

$$R_{\text{ф}} = \frac{\sum_1^n R_k}{N_k}, \quad (5)$$

где

$R_k$  – рейтинг кафедры факультета, определяемый по формуле (4);

$N_k$  – количество кафедр факультета.

Рейтинг может определяться 2 раза в год по итогам работы за прошедший семестр (учебный год) и являться основой для проведения конкурсов на звания «Лучший преподаватель», «Лучшая кафедра» и «Лучший факультет», которые могут проводиться также 2 раза в год.

По итогам конкурса «лучший преподаватель», «лучшая кафедра» и «лучший факультет» преподаватели также могут получать дополнительные денежные премии, что создаст дополнительный стимул к повышению эффективности их работы.

Таким образом, предлагаемая единая методологическая основа позволит минимизировать сложность определения рейтингов, расчет которых может быть осуществлен в рамках автоматизированной информационной системы. Разработка такой системы представляется целесообразной, т.к. это существенно сократит трудоемкость обработки исходных данных и повысит объективность и точность оценки. Наиболее трудоемким этапом при установлении рейтинга для НПР является, на наш взгляд, сбор исходных материалов и проверка достоверности представленных документов. Совершенно естественно, что на начальных этапах внедрения рейтинговой системы могут возникать определенные сложности в силу влияния человеческого фактора, связанного с необходимостью сбора и первичной обработки больших объемов данных. Однако, если организовать подготовку документов рационально и планомерно в течение семестра, многих проблем можно избежать, а разработанные единые требования к формату представления данных для репозитория позволят также снизить и трудоемкость сбора и ввода данных в систему.

## Заключение

Предлагаемая система оценки эффективности НПР характеризуется следующими признаками:

- система показателей эффективности НПР может быть легко изменена, дополнена и адаптирована для выполнения своей главной роли как стимула повышения эффективности работы вуза;

- весовые коэффициенты для групп показателей, а также для каждого показателя внутри группы, определяются экспертным путем; соотношение весов напрямую зависит от степени значимости того или иного показателя для повышения конкурентоспособности вуза;

- рейтинг НПР включает в себя рейтинги преподавателей и заведующих кафедрами, а также на его основе рассчитываются рейтинги кафедр и рейтинги факультетов;

- рейтинг НПР является основой для отнесения преподавателя к той или иной категории эффективности, учитываемой при определении базовой части должностного оклада;

- рейтинг определяется 2 раза в год по итогам работы за прошедший семестр;

- ранжируются не только укрупненные группы показателей по видам деятельности, но и показатели, составляющие эти виды деятельности;

- рейтинговые доплаты к должностному окладу получают все НПР и заведующие кафедрами в зависимости от рейтинга кафедры и рейтинга факультета, что стимулирует НПР к достижению максимально возможного результата;

- рейтинг преподавателей является основой для определения лучшего преподавателя, лучшей кафедры и лучшего факультета.

Разработка и внедрение такой системы позволит активизировать деятельность преподавателей как в создании учебно-методического и учебно-лабораторного обеспечения (учебно-методические комплексы дисциплин, учебные пособия, электронные учебные ресурсы, лабораторные комплексы и т.д.), так и в организационной, научной и воспитательной работе. При

этом может значительно возрасти количество научных публикаций, участие в зарубежных представительных конференциях и т.п. Такая система стимулирует заведующе-

го кафедрой не только повышать свой рейтинг как преподавателя и руководителя подразделения, но и рейтинг всего коллектива кафедры. Всё это, на наш взгляд, повысит

конкурентоспособность вуза при проведении ежегодных мониторингов эффективности, а также будет способствовать привлечению в вуз большего числа абитуриентов.

## Литература

1. Приказ Минобрнауки России от 28.07.2014 № 795 «Об утверждении Положения о порядке проведения аттестации работников, занимающих должности научно-педагогических работников».
2. Тельнов Ю.Ф. Интегрированное пространство знаний – основа интеграции образовательной, научной и инновационной деятельности высших учебных заведений // Профессиональный учебник, № 3, 2010.
3. Тельнов Ю.Ф. Принципы и методы семантического структурирования информационно-образовательного пространства на основе реализации онтологического подхода // Журнал «Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО», № 1, 2014.
4. Тельнов Ю.Ф., Гаспариан М.С. и др. Реализация процессов учебно-методического обеспечения в интегрированном информационно-образовательном пространстве на основе сервисной архитектуры // Журнал «Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО», № 1, 2015.
5. Гаспариан М.С. Разработка учебных планов на основе интегрированного информационно-образовательного пространства // Журнал «Открытое образование», № 2, 2014.
6. Зиндер Е.З. Основания генезиса фундаментальных свойств и базовых требований к информационно-образовательным пространствам. // Журнал «Открытое образование», № 2, 2015.
7. Зиндер Е.З. Базовые требования к информационно-образовательным пространствам, основанные на их фундаментальных свойствах. // Журнал «Открытое образование», № 3, 2015.

Подписано в печать 30.11.15. Формат 70x108 1/16. Печать офсетная.  
Печ. л. 11,75. Тираж 1500 экз.

Напечатано в ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова».  
117997, Москва, ул. Зацепа, 41.