

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ И.А. БУНИНА»

CONTINUUM

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.

ОБРАЗОВАНИЕ

Выпуск №3 (11) / Елец, 2018

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
(399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, 1)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Щербатых С.В.** - **главный редактор**, доктор педагогических наук, профессор, проректор по учебной работе Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Елец, Россия);
- Подаетва Н.Г.** - **заместитель главного редактора**, доктор педагогических наук, профессор Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Елец, Россия);
- Асланов Р.М.** - доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заведующий отделом Научно-технической информации института математики и механики Национальной академии наук Азербайджана (Баку, Азербайджан);
- Боровских А.В.** - доктор физико-математических наук, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);
- Гроздев С.И.** - доктор по математике, доктор педагогических наук, профессор, проректор по науке и академическому развитию Института математики и информатики Болгарской академии наук, академик IHEAS (София, Болгария);
- Зарубин А.Н.** - доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева (Орел, Россия);
- Корниенко В.В.** - доктор физико-математических наук, профессор Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Елец, Россия);
- Кузнецова Т.И.** - доктор педагогических наук, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);
- Сергеева Т.Ф.** - доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой общих математических и естественнонаучных дисциплин Академии социального управления (Москва, Россия);
- Солдатов А.П.** - заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор Белгородского государственного национального исследовательского университета (Белгород, Россия);
- Солеев А.** - доктор физико-математических наук, профессор Самаркандского государственного университета им. А.Навои (Самарканд, Узбекистан);
- Подаетв М.В.** - ответственный секретарь, кандидат педагогических наук, доцент Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Елец, Россия);

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER:

The Federal State Educational Government-Financed Institution of Higher Education
«Bunin Yelets State University» (399770, Lipetsk region, Yelets, st. Kommunarov, 28, 1)

THE EDITORIAL BOARD:

Shcherbatykh S.V.	Editor-in-chief , Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Vice Rector for Academic Affairs of Yelets State University. IA Bunin (Yelets, Russia)
Podaeva N.G.	Deputy Chief Editor , Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Bunin Yelets State University (Yelets, Russia)
Aslanov R.M.	Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Department of Scientific and Technical Information Institute of Mathematics and Mechanics Azerbaijan National Academy of Sciences (Baku, Azerbaijan)
Borovskikh A.V.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Moscow State University. MV Lomonosov (Moscow, Russia)
Grozdev S.I.	Doctor in Mathematics, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Vice Rector for Research and Academic Development Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences, academician IHEAS (Sofia, Bulgaria)
Zarubin A.N.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Honored Scientist of Russia, head of the department of mathematical analysis and differential equations, Oryol State University. IS Turgenev (Oryol, Russia)
Kornienko V.V.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Bunin Yelets State University (Yelets, Russia)
Kuznetcova T.I.	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Moscow State University. MV Lomonosov (Moscow, Russia)
Sergeeva T.F.	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of general mathematical and natural sciences Social Management Academy (Moscow, Russia)
Soldatov A.P.	Honored Worker of Science, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Mathematics, Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)
Soleev A.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor of Samarkand State University. A.Navoi (Samarkand, Uzbekistan)
Podaev M.V.	executive secretary, Ph.D., associate professor of Yelets State University. IA Bunin (Yelets, Russia)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Горячко В.В., Львович Я.Е.	Выбор структуры и параметров двухуровневой модели агрегирования показателей мониторинго-рейтингового оценивания при управлении эффективностью деятельности вуза	7
Кузнецова Т.И.	От теории конструирования номограмм к практике их многовариантного и многократного использования	12
Львович К.И., Преображенский Ю.П.	Математическое описание многоальтернативной модели дуального обучения при управлении подготовкой кадров по высокотехнологичным профессиям	16
Можарова Т.Н.	Оператор $\varphi(a)$ с характеристической функцией заданного порядка роста	22
Мухтаров Я.М., Буриев Т.Э.	Качественное исследование двумерных однородных полиномиальных динамических систем	26
Абдирашидов А., Ортиков Б., Кадилов Н., Абдурашидов А.	Применение метода вариационных итераций к приближенному решению некоторых краевых задач гидродинамики	30
Охунов Д.М.	Моделирование процессов выбора автоматизируемых объектов	36
Соколов А.А., Соколова О.А., Бережной С.С.	Разработка новых структур информатизационных систем мониторинга	43
Цараева З.Г.	Методы выбора оптимальной модели асинхронной передачи данных	49
Таров Д.А.	Алгоритм распределения функций безопасности распределенной вычислительной сети	53
Максимов Д.И.	Разработка настраиваемых элементов управления wprf	60
Чаудхари М.	Управляемость линейных гибридных систем на конечном числе интервалов времени	68

НОВШЕСТВА ФГОС И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ

Асланов Р.М., Рустамов В.Д.	Математик, механик, инженер - Понселе Жан Виктор (к 230 летию со дня рождения)	77
Дробышева И.В.	Развитие познавательного интереса в процессе обучения геометрии	84
Тестов В.А., Голубев О.Б., Смирнов Н.Е.	Синергия электронных и традиционных технологий в обучении математике	93
Артюхина М.С., Артюхин О.И.	Контекстные технологии как мотивационная составляющая математического образования	99

Головина О.В., Соболева Т.М.	Об алгоритмическом подходе к решению некоторых задач стереометрии	105
Петрова Л.С.	Реализация метода учебного проектирования в процессе обучения специальным разделам математики студентов технических направлений подготовки	113
Тарова И.Н.	Организация образовательного процесса подготовки специалистов среднего звена в структуре вуза	118

CONTENTS

ASPECTS OF APPLIED MATHEMATICS AND INFORMATICS

V.V. Goriachko, I.E. Lvovich	Choice of a structure and parameters of the two-level model of aggregation of indicators of monitoring-rating evaluation in management of the activity effectiveness of a higher educational institution	7
T.I. Kuznetsova	From the theory of designing of nomograms to their practice multiple and repeated use	12
K.I. Lvovich, I.P. Preobrazhenskii	Mathematical description of the multialternative model of dual education in management of personnel training in high-tech professions	16
T. Mozharova	The operator $\varphi(a)$ with the characteristic function of given the growth order	22
I. Mukhtarov, T. Buriev	Qualitatively analyzed two dimensional homogeneous polynomial dynamical system	26
A. Abdirashidov, B. Ortikov, N. Kadirov, A.A. Abdurashidov	Application of the variational iterations method to the approximate solution of some boundary problems of hydrodynamics	30
D. Ohunov	Modeling of the processes of selecting automatic objects	36
A.A. Sokolov, O.A. Sokolova, S.S. Berezhtoy	Development of new structures of informatizatsionny systems of monitoring	43
Z. Tsaraeva	Methods for selecting the optimal model for asynchronous data transmission	49
D.A. Tarov	Algorithm of distribution of safety functions of a distributed computer network	53
D.I. Maximov	Introduction to the development of php-extensions	60
M.K. Chaudhary	Controllability of linear hybrid systems with a finite number of time intervals	68

INNOVATIONS FEDERAL STANDARDS AND EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE TEACHING OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

R.M. Aslanov, V.D. Rustamov	Mathematics, mechanics, engineer - Poncele Jean Victor (to the 230th anniversary of the birthday)	77
I. Drobysheva	Procedural components of a differentiated competency-based learning mathematics students	84
V.A. Testov, O.B. Golubev, N.E. Smirnov	The synergy of electronic and traditional technologies in teaching mathematics	93
M.S. Artyukhina, O.I. Artyukhin	Contextual technologies as motivational component of mathematical education	99
O.V. Golovina, T.M. Soboleva	About algorithmic approach to the solution of some problems of stereometry	105
L. Petrova	Implementation of the educational projection method in the process of training special sections of mathematics of students of technical training directions	113
I.N. Tarova	Organization of the educational process of training specialists of the middle person in the structure of the higher educational institution	118

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

УДК
681.3 | **ВЫБОР СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ДВУХУРОВНЕВОЙ
МОДЕЛИ АГРЕГИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГОВО-
РЕЙТИНГОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ
ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА**

Вячеслав Вячеславович Горячко
помощник ректора
priemnoya-msu@yandex.ru
г. Москва

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова

Яков Евсеевич Львович
д.т.н., профессор
office@vivt.ru
г. Воронеж

Воронежский институт высоких
технологий – АНОО ВО

Аннотация. Рассматриваются проблемы, возникающие при управлении деятельностью вуза на основе данных рейтингов и мониторингов. Показана необходимость решения проблемы агрегирования показателей. Предложена двухуровневая модель интегрального оценивания. Для выбора структуры и параметров этой модели разработана процедура имитационного эксперимента. С этой целью введен критерий оптимизации в виде Хеммингового расстояния между номером позиции в обучающей рейтинговой последовательности и номером позиции по результатам итерации имитационного эксперимента. Настройка вектора параметров модели агрегирования осуществляется с использованием схемы рандомизированного поиска.

Ключевые слова: рейтинг, мониторинг, управление, модель агрегирования, имитационный эксперимент.

Современное требование к управлению в социальных системах состоит в повышении эффективности их функционирования. Оно в полной мере относится к образовательным системам. В организациях высшего образования управление направлено на обеспечение эффективности деятельности по ряду направлений, характеризующихся комплексом показателей. Несмотря на применение автоматизированных систем управлениями вузами, в вопросах их перспективного развития преобладает принятие решений, основанное на административных и экспертных оценках. Возможность изменить сложившуюся практику возникает благодаря накопленной за последние годы ретроспективной количественной информации, связанной с участием организаций высшего образования в мониторингах, проводимых Министерством образования и науки РФ и международных и национальных рейтингах университетов [Зернов, 2014; 37]. Одновременно проводится мониторинг социально-экономического состояния регионов РФ, целый ряд показателей которых влияет на перспективы развития вузов.

Указанная информация создает предпосылки для принятия управленческих решений не только на основе мнения администрации, но и использования вариантов реше-

ний, полученных формализованным путем с использованием информационных технологий моделирования и оптимизации.

Анализ современного состояния рейтингования вузов показывает, что рейтинги университетов получили распространение при условиях, включавших: сокращение государственного финансирования учреждений высшего образования; превращение образования в услугу для потребителя; тенденцию делать университеты подотчётными внешним факторам за качество услуг, которые они предоставляют; роста конкуренции между университетами; массового высшего образования; интернационализации высшего образования; стандартизации и унификации высшего образования.

При этом возникает ряд причин, не позволяющих в полном объеме использовать данные рейтингов для управления эффективностью вузов:

- Они способствуют сохранению статус-кво или усилению уже существующего неравенства в сфере образования;

- Они транслируют рыночный подход к образованию, «отказывая» ему в социально - гуманитарных интерпретациях;

- Они игнорируют качественную специфику университетов, унифицирует их;

- Они лишают университеты автономии в определении целей и способов действия.

В случае одновременного использования мониторинговой и рейтинговой информации определенные проблемы сохраняются:

- выбор показателей и их комбинации;
- значительные сложности при построении выборки;
- неудовлетворительное качество массива данных;
- выбор способа агрегирования показателей.

Эти проблемы приводят к тому, что каждый из существующих рейтингов имеет ограничения, связанные с набором измеряемых характеристик университета, и эту специфику и ограничения необходимо учитывать при каком-либо использовании данных рейтингов. Невозможно на практике создать полный и «устойчивый к критике» набор характеристик даже для создания рейтинга, измеряющего какой-то единственный аспект деятельности университета. Методологии имеющихся рейтингов весьма несовершенны, особенно в части построения итоговых индексов – до такой степени, что возникает вопрос, насколько результатами вообще можно пользоваться в практических целях. Рассмотрим возможность сглаживания этих проблем за счет выбора параметров и структуры двухуровневой модели агрегирования показателей в форме интегральных оценок. Дадим характеристику с использованием нумерационных множеств типовой системе мониторингов эффективности деятельности образовательных организаций и системе данных, используемых при рейтинговании вузов. Обозначим нумерационное множество организаций высшего образования, участвующих в мониторинго-рейтинговом оценивании, $i = \overline{1, I}$. Оценка эффективности деятельности i -й образовательной организации либо ее рейтинг определяются на основе информации, предоставляемой вузом, либо формируемой рейтинговыми агентствами экспертным путем по $g = \overline{1, G}$ направлениями деятельности, каждое из которых характеризуется $j_g = \overline{1, J_g}$ количественными показателями $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$. Структуризация информационных ресурсов по нумерационным множествам $g = \overline{1, G}$ и $j_g = \overline{1, J_g}$ приводит к необходимости двухуровневой модели агрегирования показателей мониторинго-рейтингового оценивания.

Двухуровневость структурной модели требует адекватной трансформации этой особенности в моделях интегрального оценивания как для задач рейтингования, так и

принятия управленческих решений. Типичные модели [Батищев, 1997; 87] интегральных критериев (сверток) при поиске оптимально-компромиссного решения являются одноуровневыми. Так для нумерационного множества $g = \overline{1, G}$ вводится среднестепенная свертка $F = \left(\frac{1}{G} \sum_{g=1}^G f_g^B \right)^{1/B}$, которая при $\beta = 1$ преобразуется в аддитивную с постоянными весовыми коэффициентами $\lambda_g = \frac{1}{G}$, то есть $F = \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G f_g$, а при $\beta = 0$ в мультипликативную $F = \prod_{g=1}^G f_g$. Поэтому требуется проведение дополнительных исследований при формировании двухуровневой модели интегрального оценивания по значениям показателей $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, g = \overline{1, G}$ значений обобщенного показателя

$$F_i = \Psi(\lambda_g, \lambda_{jg}, \hat{f}_{ijg}), \quad (1)$$

где $\Psi(-)$ – функция, зависящая от выбора типа модели на первом и втором уровне сворачивания показателей;

λ_g – значения параметров на первом уровне сворачивания;

λ_{jg} – значения параметров на втором уровне сворачивания;

$\hat{f}_{ijg}$ – нормированные на заданном интервале $[0, A]$ безразмерные значения показателей f_{ijg} .

Если вид функции Ψ (структура модели интегрального оценивания) определяется выбором типа модели на первом и втором уровне сворачивания показателей, то оценка параметров $\lambda_g, g = \overline{1, G}, j_g = \overline{1, J}$ зависит от выбора метода сворачивания. В случае использования метода априорного сворачивания параметры вычисляются с использованием экспертной информации. Типичными процедурами экспертных методов логического упорядочения Черчмена-Акофа и метод оценки бинарных отношений предпочтения между показателями. Апостериорное сворачивание осуществляется в ситуациях, когда имеющейся экспертной информации не хватает для получения интегральной оценки, адекватно отражающей значимость всех показателей. В том случае возникает необходимость либо в адекватном накоплении дополнительной количественной информации, либо использование массивов ретроспективной информации. В первом случае это накопление удастся за счет проведения реальных экспериментов и возможности определения параметров λ по дисперсионным отношениям, либо коэффициентам относительного разброса. Во втором случае в работе предлагается проведение имитационных экспериментов. Возможен также адаптивный подход, когда каждый последующий эксперимент, в отличие от апостериорного сворачивания, осуществляется с учетом результатов предыдущего. Реализация адаптивного подхода требует рандомизированных схем проведения экспериментов. Именно сочетание адаптивного подхода с имитационным моделированием на основе комплексного использования ретроспективной и экспертной информации, рандомизированных схем, учета дисперсионных отношений представляет собой отличительную особенность метода сворачивания в случае двухуровневой модели интегрального оценивания.

На основе двухуровневой модели, настройка коэффициентов которой осуществляется по ретроспективной информации в режиме имитационного эксперимента, определяются интегральные оценки (1), позволяющие сформировать ранговую последовательность r_i , элементы которой принимают значения $\overline{1, I}$ при условии, что вуз, характеризующийся максимальным значением интегральной оценки, имеет рейтинг $r_i = 1$, а вуз с минимальным значением F – имеет рейтинг $r_i = I$. Анализ результатов рейтингового оценивания состоит в сравнении возможностей i -го вуза с вузами, имеющими лучший рейтинг $r_i = v$, где $v = \overline{1, V}$ – фиксированный набор целых чисел, характеризующих

продвижение на более высокую позицию в рейтинговом списке. На основе анализа принимается административное решение о некоторой фиксированной позиции $r_i - \hat{v}$, переход на которую соответствует потенциальным возможностям i -й образовательной организации и выбирается вариант изменения распределения финансового ресурса Z на следующий календарный период путем выделения дополнительных средств ΔZ на улучшение показателя, по которому имеется отставание по сравнению с вузом, имеющим рейтинг $r_i - \hat{v}$.

Рассмотрим в качестве основной формы реализации адаптивного подхода к выбору эффективной двухуровневой модели интегрального оценивания процедуру имитационного эксперимента. В данном случае под имитационным экспериментом будем понимать вычислительную процедуру формирования рейтинговой последовательности вузов на основе ретроспективной информации о значениях мониторируемых показателей $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$ и поиска наилучшей структуры и параметров двухуровневой модели интегрального оценивания по определенному критерию. Процесс поиска наилучшей структуры рассматривается как структурная идентификация модели, а параметров – как параметрическая идентификация в рандомизированной среде. При этом вместо экспертного оценивания предпочтений на множестве мониторируемых показателей вводится экспертное оценивание на множестве рейтинговых последовательностей. Сформируем исходные данные для проведения эксперимента.

1. Группой экспертов согласовывается обучающее нумерационное множество рангов ($i^0(i)$), на основе мнения об известности качества образования в вузе и его положения в рейтинге.

2. Подготавливается обучающая выборка значений показателей $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$.

3. Определяется набор альтернативных вариантов моделей интегрального оценивания $F_i = \varphi(f_{ijg})$ (таблица).

4. Вводится три способа нормирования показателей f_{ijg} .

Первый – ориентирован на использование обучающей выборки для построения ранговой последовательности по каждому показателю $i'_{jg}(i)$ с последующим переводом дискретных значений i'_{jg} на единую безразмерную шкалу $[0, A]$ путем преобразования $\widehat{f_{ijg}} = \theta(i'_{jg})$, где θ - преобразующая функция.

Второй – определяется линейным преобразованием искомых показателей в единую безразмерную шкалу $[0, A]$ без предварительного рангового упорядочения с учетом максимального $f_{jg}^{\max}$ и минимального $f_{jg}^{\min}$ значений в выборке

$$\widehat{f_{ijg}} = \frac{f_{ijg} - f_{jg}^{\min}}{f_{jg}^{\max} - f_{jg}^{\min}} * A.$$

Третий – использует статистические характеристики оценки математических ожиданий $m(f_{jg})$, среднеквадратичного отклонения $\sigma(f_{jg})$, вычисленные на основе обучающей выборки и функцию, позволяющую преобразовать значения показателей в единую безразмерную шкалу $[0, A]$. Для выбора структуры и параметров моделей интегрального оценивания введем критерий оптимизации в виде Хеммингового расстояния между номером позиции i -того вуза в обучающей выборке представленными в двоичном исчислении $\hat{i}_i^0$ и номером позиции того же вуза, вычисленном в результате имитационного эксперимента $\hat{i}_i^3(i)$.

$$\sum_{i=1}^I |\hat{i}_i^0 - \hat{i}_i^3| \rightarrow \min. \quad (2)$$

Определение полученного варианта структуры функции ψ и способа нормирования по критерию (2) достигается путем полного перебора всех сочетаний. Внутренним циклом перебора является параметрическая идентификация с использованием рандомизированной схемы численной оптимизации по вектору параметров λ [Львович, 2010; 23].

Список литературы

1. Батищев Д.И. Оптимизация в САПР / Д.И.Батищев, Я.Е.Львович, В.Н.Фролов. М.: Высшая школа, 1977. 416 с.
2. Зернов В.А. Конкурентоспособность отечественного высшего образования / В.А.Зернов // Проблемы теории и практики управления. 2014. №4. С.36-40.
3. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я.Е.Львович, И.Я.Львович. Воронеж: ИПЦ «Научная книга». 2010. 140 с.

CHOICE OF A STRUCTURE AND PARAMETERS OF THE TWO-LEVEL MODEL OF AGGREGATION OF INDICATORS OF MONITORING-RATING EVALUATION IN MANAGEMENT OF THE ACTIVITY EFFECTIVENESS OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

Viacheslav V. Goriachko

Assistant Rector

priemnaya-msu@yandex.ru

Moscow

Iakov E. Lvovich

Dr. Sci. (Engineering), professor of-
fice@vivt.ru

Voronezh

Lomonosov Moscow State University

Voronezh Institute of High Technologies -
ANOO VO

Abstract. The problems of management of a higher educational institution activity based on the data obtained from ratings and monitoring investigations are considered. The necessity for solution of a problem of indicators aggregation is introduced. The two-level model of integral evaluation is proposed. For selection of the structure and parameters of this model, a simulation experiment procedure has been developed. For this purpose, an optimization criterion in the form of the Hamming distance between the position number in the training ranking sequence and the position number resulted from the simulation experiment iteration is introduced. The adjustment of a vector of the aggregation model parameters is carried out using a randomized search scheme.

Key words: rating, monitoring, management, aggregation model, simulation experiment.

References

1. Batishchev D.I. (1977) Optimizatsiia v SAPR [Optimization in CAD] / D.I. Batishchev, I.E.Lvovich, V.N. Frolov. M.: Vysshaya shkola. 416p.
2. Zernov V.A. (2014) Konkurentosposobnost' otechestvennogo vysshego obrazovaniia [Competitiveness of the national higher education] / V.A. Zernov // Problems of theory and practice of management. №4. P.36-40.
3. Lvovich I.E. (2010) Priniatie reshenii v ekspertno-virtual'noi srede [Decision-making in expert-virtual environment] / I.E.Lvovich, I.I. Lvovich. Voronezh: PC Nauchnaya kniga. 140 p.

УДК 519.6 | **ОТ ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ НОМОГРАММ К ПРАКТИКЕ ИХ МНОГОВАРИАНТНОГО И МНОГОКРАТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Татьяна Ивановна Кузнецова
д.п.н., профессор
kuzti45@gmail.com
г. Москва

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова

Аннотация. Статья является продолжением статьи [1], материалы которой были представлены на III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика» (20 апреля 2017 г., Елец, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина) и посвящена специальным геометрическим моделям функциональных зависимостей — номограммам. Предлагается расширение использования номограммы для расчёта сопротивления параллельно соединённых проводников, на область легкой промышленности, а именно, на ткацкое производство: определение номера пряжи, полученной после скручивания двух или более одинарных нитей одинаковых или различных номеров. Рассмотренный пример номограммы демонстрирует учащимся глубинную связь между теорией, изучаемой в школе, с практикой применения её в промышленном производстве. Излагаемый материал доступен учащимся средней школы, и не только с точки зрения применения, но и с точки зрения обоснования и конструирования.

Ключевые слова: номография; номограмма; геометрия; геометрическая модель; вычисление с помощью номограмм.

По моему глубокому убеждению, многие номограммы по своей природе близки к разделу элементарной математики, где рассматриваются геометрические методы построения алгебраических формул.

А.А. Глаголев.

В работе [1, рис. 3] приведена и обоснована рабочая номограмма для решения уравнения

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \quad (1)$$

где R — общее сопротивление при параллельном соединении проводников, R_1, R_2, R_3 — сопротивления участков. На этой номограмме можно решать и уравнение с меньшим количеством переменных:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad (2)$$

и с большим:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (3)$$

Напомним, что, аналогичные номограммы могут быть использованы для решения уравнений из области физики (возможно, с изменёнными масштабами шкал):

- при расчете тонкой линзы (раздел «Оптика»),
- при расчете общей индуктивности цепи, состоящей из нескольких катушек при параллельном их соединении, а также - при расчете общей электрической ёмкости це-

пи, состоящей из нескольких последовательно соединённых конденсаторов (раздел «Электричество»).

Отметим, что эта номограмма не зависит от физических свойств участвующих материальных объектов, а исключительно от математической зависимости, в которой находятся их количественные описания.

Оказывается, существует ещё одна область, в которой имеют место соотношения, аналогичные (1) – (3). Это текстильная промышленность, точнее, ткацкое производство, а именно, определение номера кручёной пряжи. Рассмотрим этот вопрос подробнее. В условиях ткацкого производства, чтобы получить кручёную пряжу, скручивают две или более одинарных нитей одинакового или различных номеров. При этом номер N кручёной пряжи определяется по специальным формулам:

- при скручивании двух нитей с номерами N_1 и N_2 —

$$N = \frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}, \quad (4)$$

- при скручивании пряжи из трёх нитей с номерами N_1 , N_2 и N_3 —

$$N = \frac{N_1 N_2 N_3}{N_1 N_2 + N_1 N_3 + N_2 N_3}. \quad (5)$$

Преобразуем соотношение (4) следующим образом:

$$\frac{1}{N} = \frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}, \quad \frac{1}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}. \quad (6)$$

Аналогично поступим с соотношением (5):

$$\frac{1}{N} = \frac{N_1 N_2 + N_1 N_3 + N_2 N_3}{N_1 N_2 N_3}, \quad \frac{1}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \frac{1}{N_3}. \quad (7)$$

Сравнив соотношения (6) и (2), делаем вывод о том, что они отличаются друг от друга только обозначениями переменных, налицо одна и та же зависимость. То же самое можно сказать и о соотношениях (7) и (1). Это значит, что для решения этих уравнений целесообразно использовать одну номограмму. Проблема может возникнуть только в несоответствии пределов изменения переменных. Решить эту проблему можно либо способом, описанным в п. 9 [1], либо с помощью подходящего изменения масштаба шкал. На рис. 1 представлена номограмма, по которой можно определить номер пряжи, скручиваемой из двух или большего числа нитей. Масштаб шкал на ней выбран в соответствии с пределами изменения номеров пряжи.

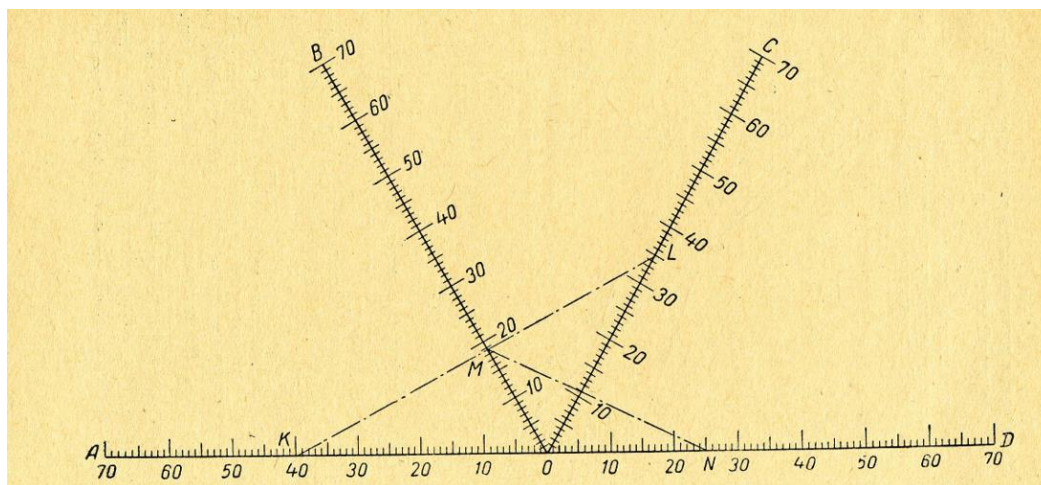


Рис. 1. Номограмма для определения номера кручёной пряжи

Покажем решение на номограмме следующей конкретной задачи.

Задача 1. Определить номер кручёной пряжи из одинарных нитей, если $N_1 = 35$, $N_2 = 40$, $N_3 = 25$.

Решение.

- Находим на шкале OA точку K с пометкой 40, на шкале OC — точку L с пометкой 35.

- Соединив эти точки отрезком прямой, в пересечении со шкалой OB получаем точку M .

- На шкале OD находим точку N с пометкой 25.

- Соединив точки M и N отрезком прямой, в пересечении со шкалой OC получаем точку, пометка которой даёт искомое значение номера кручёной пряжи, т. е. $N = 11$.

Задача 2. Имеется пряжа с номером $N_1 = 30$. С каким номером N_2 надо подобрать другую пряжу, чтобы получить кручёную пряжу с номером $N = 10$?

Решение.

- Находим на шкале OA точку с пометкой 30, а на шкале OB — точку с пометкой 10.

- Через эти точки проводим прямую, которая пересекает шкалу OC в точке с пометкой $N_2 = 15$. А это и есть искомый результат.

Предлагаем читателю самостоятельно решить следующие задачи — сначала с помощью номограммы рис. 1, а затем вручную, и сравнить ответы и затраченное время:

Задача 3. Определить номер кручёной пряжи после крутки пряжи двух одинаковых номеров $N_1 = N_2 = 38,5$. Ответ: 19,25.

Задача 4. Определить номер N кручёной пряжи, получающейся при скручивании пряжи трёх номеров: $N_1 = 42$, $N_2 = 56$, $N_3 = 55$. Ответ: 17.

Задача 5. Имеется пряжа с номером $N_1 = 30$. С каким номером N_2 надо подобрать другую пряжу, чтобы получить кручёную пряжу с номером $N = 12$? Ответ: 20.

Замечания. 1. Нетрудно доказать, что при скручивании произвольного количества нитей имеет место соотношение, аналогичное соотношению (3) для определения общего сопротивления при параллельном соединении проводников:

$$\frac{1}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \dots + \frac{1}{N_n}.$$

Для этого достаточно воспользоваться наличием формулы (4) и методом полной математической индукции.

2. В описании решения задач для наглядности использовались построения отрезков и прямых, хотя в практике использования номограмм из выравненных точек, к которым относятся как номограммы работы [1], так и номограмма рис. 1 настоящей заметки, бывает достаточно приложить к отмеченным точкам край линейки.

3. Последнее обстоятельство позволяет одну и ту же номограмму использовать многократно,

Заключение. Номограмма, приведённая здесь, как и многие другие, может быть построена учащимися средней школы — как обычными способами, так и с помощью интерактивных геометрических систем: пакета «Живая геометрия», входящего в состав образовательного комплекса «1С:Математика, 5–11 классы. Практикум», разработанного в рамках проекта «Информатизация системы образования», или программы «1С:Математический конструктор», что вполне соответствует требованиям ФГОС.

В популяризации номографии большое значение имеет участие в этом процессе научной молодежи. В связи с этим хочется привести слова учащегося 9-го класса школы № 8 г. Клин, открывшего для себя номограммы и мечтающего посвятить свою

жизнь развитию номографии и её использованию в народном хозяйстве: «Разработка и составление номограмм — целое искусство: надо не только удачно планировать маршрут по данным, но и выбрать правильный масштаб, чтобы охватить нужный диапазон данных, а это непросто и требует особого навыка. Скоро я закончу школу, моя будущая специальность будет связана с математическими расчётами, где обязательно найдут применение номограммы» [2].

Список литературы

1. Кузнецова Т.И. Конструирование специальных геометрических моделей для расчёта функциональных зависимостей // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. 2017. Вып. № 3. С. 11 – 18.
2. Старостин И.Е. Считающие чертежи: Научно-исследовательская работа // VIII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». 2016. <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/29087.pdf>

FROM THE THEORY OF DESIGNING OF NOMOGRAMS TO THEIR PRACTICE MULTIPLE AND REPEATED USE

T.I. Kuznetsova
Dr. Sci. (Pedagogy), professor
kuzti45@gmail.com
Moscow

Lomonosov Moscow State University

Abstract. Article is continuation of article [1] of the same name which materials have been presented at the III International scientific and practical conference "Current problems of mathematics and informatics: the theory, a technique, practice" (on April 20, 2017, Yelets, the Yelets state university of I.A. Bunin) is also devoted to special geometrical models of functional dependences — to nomograms. Expansion of use of the nomogram constructed for calculation of resistance in parallel of the connected conductors on the field of light industry, namely, on weaver's production is offered: definition of a yarn count, received after twisting of two or more unary threads of identical or various numbers. The reviewed example of the nomogram shows to pupils deep communication between the theory studied at school with practice of its application in industrial production. The stated material is available to pupils of high school, and not only from the point of view of application, but also from the point of view of justification and designing.

Keywords: nomography, nomogram, geometry, geometrical model, calculation by means of nomograms.

References

1. Kuznetsova T.I. (2017) Konstruirovaniye spetsial'nykh geometricheskikh modelei` dlia raschyota funktsional'nykh zavisimostei` [Designing of special geometrical models for calculation of functional dependences] // CONTINUUM. Mathematics. Informatics. Education. Issue No. 3. Pp 11-18.
2. Starostin I.E. (2016) Schitaiushchie chertezhi: Nauchno-issledovatel'skaia rabota [The considering drawings: Research work] // the VIII International student's electronic scientific conference "Student's Scientific Forum". <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/29087.pdf>

УДК
681.3

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОЙ МОДЕЛИ ДУАЛЬНОГО
ОБУЧЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ
КАДРОВ ПО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМ ПРОФЕССИЯМ**

Ксения Игоревна Львович
аспирант
office@vivt.ru
г. Воронеж

Воронежский институт
высоких технологий – АНОО ВО

Юрий Петрович Преображенский
к.т.н., доцент
office@vivt.ru
г. Воронеж

Воронежский институт
высоких технологий – АНОО ВО

Аннотация. Рассматривается проблема управления подготовкой кадров по высокотехнологичным профессиям с использованием многоальтернативной модели дуального обучения. Дано представление в виде нумерационных множеств основных компонентов образовательных и профессиональных стандартов и форм реализации дуального обучения. Показано, что математическое описание многоальтернативных характеристик проявляется при решении ряда оптимизационных задач: редуционной, балансовой и ресурсной. Для каждой задачи введены альтернативные переменные, критерии оптимизации и ограничения. В результате сформированы оптимизационные модели, относящиеся к типовым задачам булевого программирования: о минимальном покрытии, о ранце, о назначениях. Совокупность решений перечисленных задач позволяет разработать образовательную программу дуального обучения, сбалансированную по плановой трудоемкости, кадровым и материально-техническим ресурсам образовательной организации и работодателей.

Ключевые слова: дуальное обучение, управление подготовкой кадров, многоальтернативная оптимизационная модель, нумерационное множество.

Одним из современных и эффективных механизмов управления подготовкой кадров по высокотехнологичным профессиям является механизм дуального обучения, основанный на рациональном балансировании образовательных ресурсов теоретической и практико-ориентированной направленности [Борзова, 2017;193].

Дуальное обучение – это такой вид обучения, при котором теоретическая часть подготовки проходит на базе образовательной организации, а практическая — на рабочем месте.

Предприятия делают заказ образовательным учреждениям на конкретное количество специалистов, работодатели принимают участие в составлении учебной программы. Студенты проходят практику на предприятии без отрыва от учебы.

В дуальной системе обучения усиливается и качественно меняется роль работодателя. На территории предприятия создаются учебные рабочие места для студентов, которые могут отличаться от обычного рабочего места наличием виртуального симуляционного оборудования. Важнейший компонент – наличие подготовленных кадров, которые выступают в качестве наставников.

Традиционно использование дуального обучения при реализации образовательных программ заключается в экспертном согласовании с основными потребителями

выпускников их компонентов, распределения плановой трудоемкости их изучения, кадрового обеспечения и материально-технической базы проведения занятий. При этом опираются как на качественные оценки представителей образовательных организаций и работодателей. Однако, такой подход не позволяет в полной мере учесть целый ряд аспектов нормативного и реализационного характера:

обеспечение сбалансированности в рамках образовательной программы дуального обучения компетентностных характеристик образовательного и профессионального стандартов;

ориентацию на опережающие требования развития знаневых и практических компонентов высокотехнологичной профессии;

разнообразие форм реализации модели дуального обучения, приводящее к необходимости многоальтернативного выбора.

При этом разнообразие форм реализации модели дуального обучения (многоальтернативность) при подготовке кадров по высокотехнологичным профессиям определяется возможностями организации классических учебных занятий, занятий на рабочих местах, занятий в вузе с приглашенными наставниками, практики на предприятиях, введение параллельных вендорных спецкурсов с последующей вендорной сертификацией, формирование учебных программ с учетом стандартов Worldskills.

Предлагается повысить степень учета перечисленных аспектов и на этой основе эффективность управления подготовкой кадров путем разработки математического описания компонентов модели дуального обучения.

Прежде всего дадим описание в виде нумерационных множеств [Ершов, 1977;18] основным компонентам, определяющим ресурсы дуального обучения:

компетенции

$$\mathfrak{a}_1, \dots, \mathfrak{a}_i, \dots, \mathfrak{a}_I, \quad 1)$$

где $i = \overline{1, I}$ – нумерационное множество компетенций, определенных образовательным стандартом;

тематические модули

$$\mu_1, \dots, \mu_m, \dots, \mu_M, \quad 2)$$

где $m = \overline{1, M}$ – нумерационное множество тематических модулей, входящих в структуру дисциплин образовательной программы и позволяющих обеспечить формирование знаний и умений по $\mathfrak{a}_1, i = \overline{1, I}$ компетенциям;

трудоовые функции

$$\tau_1, \dots, \tau_j, \dots, \tau_J, \quad 3)$$

где $j = \overline{1, J}$ – нумерационное множество трудовых функций, определенных профессиональным стандартом;

$$\mu_1, \dots, \mu_n, \dots, \mu_N, \quad 4)$$

где $n = \overline{1, N}$ – нумерационное множество тематических моделей, входящих в структуру дисциплины образовательной программы и позволяющих обеспечить формирование знаний и умений для выполнения $\tau_j, j = \overline{1, J}$ трудовых функций;

$$d_1, \dots, d_r, \dots, d_R, \quad 5)$$

где $r = \overline{1, R}$ – нумерационное множество альтернативных форм реализации тематических модулей в системе дуального обучения по высокотехнологичным профессиям.

На основе перечисленных нумерационных множеств предлагается сформировать математическое описание компонентов модели дуального обучения, обеспечивающих решение следующих задач, ориентированных на управление подготовкой кадров:

Задача 1. (Редуционная). Обеспечение потенциальной возможности реализации образовательной программы в рамках плановой трудоемкости за счет редукации исходных множеств (тематических модулей (2), (4)) до множества $\mu_s, s = \overline{1, S}$, соответствующего минимальному покрытию множества компетенций (1) и множества трудовых функций (3).

Задача 2. (Балансовая). Окончательное формирование множества тематических модулей $u_v, v = \overline{1, V}$ для объединения в образовательную программу дуального обучения с учетом их значимости при формировании знаний и умений, предусмотренных образовательным и профессиональным стандартом, и обеспечения сбалансированности по плановой трудоемкости обучения.

Задача 3. (Ресурсная). Управление формами реализации тематических модулей $\mu_v, v = \overline{1, V}$ в системе дуального обучения путем назначения каждому модулю формы реализации (5), с учетом ограниченных кадровых и материально-технических ресурсов.

Адекватной формой математического описания перечисленных задач являются модели многоальтернативной оптимизации [Львович, 2006; 24], совокупность которых образует многоальтернативную модель дуального обучения, ориентированную на управление подготовкой кадров по высокотехнологичным профессиям.

Трансформация содержательной постановки задач в оптимизационные модели состоит из следующих этапов:

- 1) введение альтернативных переменных, принимающих значения 1 или 0 и характеризующих механизм выбора оптимального решения;
- 2) определение экстремального требования в виде функции, зависящей от значений альтернативных переменных и характеризующей цель выбора оптимального решения;
- 3) определение граничных требований в виде функций, зависящих от альтернативных переменных и характеризующих множество ограничений при выборе оптимального решения;
- 4) объединение введенных требований в единую экстремальную задачу.

Для формализации механизма выбора оптимального решения в задаче 1 введем следующие альтернативные переменные

$$x_m = \begin{cases} 1, & \text{если тематический модуль } \mu_m \text{ включается в редуционное множество модулей} \\ & \mu_s, s = \overline{1, S}, \\ 0, & \text{в противном случае, } m = \overline{1, M}; \end{cases} \quad 6)$$

$$x_n = \begin{cases} 1, & \text{если тематический модуль } \mu_n \text{ включается в редуционное множество модулей} \\ & \mu_s, s = \overline{1, S}, \\ 0, & \text{в противном случае, } n = \overline{1, N}. \end{cases} \quad 7)$$

Экстремальное требование в задаче редукции состоит в минимизации множества модулей $\mu_s, s = \overline{1, S}$

$$\sum_{m=1}^M x_m + \sum_{n=1}^N x_n \rightarrow \min. \quad (8)$$

Формирование множества ограничений требует предварительного экспертного оценивания [Львович, 2010; 11] для определения булевых коэффициентов:

$$c_{mi} = \begin{cases} 1, \text{ если тематический модуль } \mu_m \text{ поддерживает формирование компетенции } \mathfrak{a}_i, \\ 0, \text{ в противном случае, } m = \overline{1, M}, i = \overline{1, I}; \end{cases}$$

$$c_{nj} = \begin{cases} 1, \text{ если тематический модуль } \mu_n \text{ поддерживает формирование компетенции } \tau_j, \\ 0, \text{ в противном случае, } n = \overline{1, N}, j = \overline{1, J}. \end{cases}$$

Тогда ограничения определяют включение тематических модулей в минимальное покрытие таким образом, чтобы каждой компетенции и трудовой функции соответствовало не менее одного элемента

$$\begin{aligned} \sum_{m=1}^M c_{mi} x_m &\geq 1, i = \overline{1, I}, \\ \sum_{n=1}^N c_{nj} x_n &\geq 1, j = \overline{1, J}. \end{aligned} \quad (9)$$

Объединяя экстремальное требование (8) с функциональными ограничениями (9) и требованиями к альтернативности переменных (6), (7), имеем оптимизационную модель, относящуюся к задаче булевого программирования [Львович, 2010, 33] о минимальном покрытии.

В задаче 2 альтернативные переменные характеризуют механизм преобразования редуцированного множества $\mu_s, s = \overline{1, S}$ в множество модулей образовательной программы $\mu_v, v = \overline{1, V}$, сбалансированной в рамках трудоемкости обучения

$$x_s = \begin{cases} 1, \text{ если модуль } \mu_s \text{ включается в множество } \mu_v, v = \overline{1, V}, \\ 0, \text{ в противном случае, } s = \overline{1, S}. \end{cases} \quad (10)$$

Для формализации экстремального требования предварительно проведем экспертное оценивание значимости тематических модулей $\mu_s, s = \overline{1, S}$ при формировании знаний умений определенных образовательным и профессиональным стандартам в виде коэффициентов $a_s, s = \overline{1, S}, 0 \leq a_s \leq 1$. Тогда целевая функция имеет вид

$$\sum_{s=1}^S a_s x_s \rightarrow \max. \quad (11)$$

Ограничение связано с временным ресурсом, установленным для реализации образовательной программы дуального обучения

$$\sum_{s=1}^S t_s x_s \leq T, \quad (12)$$

где t_s — трудоемкость изучения тематического модуля μ_s ,
 T — трудоемкость образовательной программы.

Объединение в рамках оптимизационной модели (11), (12), (10) приводит к задаче булевого программирования о ранце.

С целью математического описания задачи 3 введем следующие альтернативные переменные

$$x_{vr} = \begin{cases} 1, & \text{если для реализации модуля } \mu_v \text{ в системе дуального обучения выбирается } d_r, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (13)$$

$$v = \overline{1, V}, r = \overline{1, R}.$$

Каждая форма реализации дуального обучения d_r требует определенных затрат для кадрового и материально-технического обеспечения тематического модуля $\mu_v - z_{vr}$. При этом имеем следующую целевую функцию

$$\sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R z_{vr} x_{vr} \rightarrow \min. \quad (14)$$

В отличие от классической задачи булевого программирования о назначениях в данном случае накладывается только ограничение, связанное с тем, что каждый тематический модуль μ_v реализуется с использованием определенной формы d_r :

$$\sum_{r=1}^R x_{vr} = 1, \quad v = \overline{1, V}. \quad (15)$$

В оптимизационную модель включается экстремальное требование (14), ограничение (15) и требование к альтернативным переменным (13).

Совокупность перечисленных оптимизационных моделей определяет математическое описание многоальтернативной модели дуального обучения с ориентацией на управление подготовкой кадров по высокотехнологичным профессиям.

Список литературы

1. Борзова А.С. Концептуальные основы модель-ориентированного подхода к прогнозированию и оптимизации системы подготовки транспорта / А.С.Борзова // Экономика и менеджмент систем управления, №2.1(24). 2017. С.188-194.
2. Ершов Ю.П. Теория нумераций. М.: Наука. 1977. 416 с.
3. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я.Е.Львович. Воронеж: Издательский дом «Кварт», 2006. 426 с.
4. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде: монография / Я.Е.Львович, И.Я.Львович. Воронеж: ИПЦ «Научная книга». 2010. 140 с.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE MULTIALTERNATIVE MODEL OF DUAL EDUCATION IN MANAGEMENT OF PERSONNEL TRAINING IN HIGH-TECH PROFESSIONS

Kseniia I. Lvovich
post-graduate student
office@vivt.ru
Voronezh

Voronezh Institute of High
Technologies - ANOO VO

Iurii P. Preobrazhenskii
Cand. Sci. (Engineering), associate professor
office@vivt.ru
Voronezh

Voronezh Institute of High
Technologies - ANOO VO

Abstract. The problem of management of personnel training in high-tech professions with the use of the multi-alternative dual education model is considered. The representation in the form of numerical sets of the main components of educational and professional standards and forms of dual training realization is provided. The mathematical description of multialternative characteristics appears when solving a number of optimization problems: reduction, balance and resource. Alternative variables, optimization criteria and constraints are introduced for each task. As a result, optimization models related to the typical problems of Boolean programming are developed: about the minimum coverage, the knapsack, and the assignments. The set of solutions to these problems allows developing an educational program of dual training which is balanced in terms of planned labor input, personnel, material and technical resources of an educational organization and employers.

Key words: dual training, management of personnel training, multialternative optimization model, numerical set.

References.

1. Borzova, A.S. (2017) Kontseptual'ny'e osnovy` model'-orientirovannogo podhoda k prognozirovaniyu i optimizatsii sistemy` podgotovki transporta [Conceptual foundations of the model-oriented approach to forecasting and optimization of the transport preparation system] / A.S. Borzova A.S. / Economics and management of managerial systems, № 2.1 (24). P.188-194.
2. Ershov, I.P. (1977) Teoriia numeratsii` [Number theory]. M.: Nauka. 416 p.
3. Lvovich, I.E. (2006) Mnogoal'ternativnaia optimizatsiia: teoriia i prilozheniia [Multi-alternative optimization: theory and applications] / I.E. Lvovich. Voronezh: Publishing house "Kvarta". 426 p.
4. Lvovich, I.E. (2010) Priniatie reshenii` v e`kspertno-virtual'noi` srede [Decision-making in expert-virtual environment: monograph] / I.E. Lvovich, I.I. Lvovich. Voronezh: PC Nauchnaia kniga. 140 p.

УДК 517.983 | ОПЕРАТОР $\varphi(A)$ С ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЕЙ
ЗАДАННОГО ПОРЯДКА РОСТА

Татьяна Николаевна Можарова
к.ф.-м.н., доцент
tatjana.mozharova@yandex.ru
г. Орел

Орловский государственный
университет им. И.С.Тургенева

Аннотация. В данной работе продолжено исследование условий существования и непрерывности линейного оператора $\varphi(A)$ с целой векторнозначной характеристической функцией. Ранее был получен [2] класс целых векторнозначных функций, которому должна принадлежать характеристическая функция оператора $\varphi(A)$. Рассматривались также ситуации, когда характеристическая функция $\varphi(t)$ имела высокий порядок и конечный тип роста [1] и более высокий тип роста [2]. Данная работа содержит результат, полученный для случая более высокого порядка роста целой векторнозначной функции $\varphi(t)$. Рассматривается оператор $\varphi(A)$, построенный при помощи линейного непрерывного оператора A , имеющего конечный ненулевой порядок β , с характеристической функцией $\varphi(t)$, порядок роста которой $\rho > 1/\beta$. Построено пространство, в котором данный оператор $\varphi(A)$ определен и является, при указанных условиях, линейным и непрерывным. В качестве следствия из доказанной теоремы рассмотрен случай, когда оператор A является оператором дифференцирования.

Ключевые слова: линейный непрерывный оператор, порядок роста характеристической функции.

Пусть H – полная, локально-выпуклая алгебра над полем комплексных чисел, топология которой задается счетной системой норм $\{\|\cdot\|_p\}$, $p = 1, 2, \dots$, причем $\forall x, y, \in H, \forall p, \exists p_1, p_2: \|xy\|_p \leq \|x\|_{p_1} \cdot \|y\|_{p_2}$. A – линейный непрерывный оператор, действующий в H .

Пусть оператор $A: H \rightarrow H$ имеет порядок [1] $\beta \neq 0, \infty$. Пусть, далее,

$$\varphi(t) = \sum_{k=0}^{\infty} x_k t^k, \quad x_k \in H, -$$

целая векторнозначная функция со значениями в H , порядок роста которой $\rho > \frac{1}{\beta}$. По-

строим пространство, на котором оператор

$$\varphi(A)(x) \equiv \sum_{k=0}^{\infty} x_k A^k(x), \quad x_k \in H, \quad (1)$$

с такой характеристической функцией будет определен.

Рассмотрим пространства

$$H^b = \left\{ x \in H : \|A^k(x)\|_p \leq C(x, p, \varepsilon) \cdot k^{(b_p + \varepsilon) \cdot k}; \forall k; \forall p; \forall \varepsilon > 0 \right\};$$

$\{b_p\}$ – фиксированная последовательность положительных чисел, удовлетворяющая условию:

$$b_p \nearrow b < \frac{1}{\rho} < \beta, \quad p \rightarrow \infty.$$

Топологию пространства H^b зададим системой норм

$$\|x\|_{p,\varepsilon}^b = \sup_{(k)} \left\{ \frac{\|A^k(x)\|_p}{k^{(b_p+\varepsilon) \cdot k}} \right\} < \infty; \quad \forall \varepsilon > 0, \forall p, \forall x \in H^b \quad (2)$$

Отсюда

$$\|A^k(x)\|_p \leq k^{(b_p+\varepsilon) \cdot k} \cdot \|x\|_{p,\varepsilon}^b; \quad \forall x \in H^b; \quad \forall \varepsilon > 0; \quad \forall p; \quad b_1 < \dots < b < \frac{1}{\rho}.$$

При фиксированном $b < \frac{1}{\rho} < \beta$ H^b – пространство векторов из H , операторный порядок которых относительно оператора A не превосходит числа $b < \beta$. Введем в рассмотрение пространство

$$H^{\frac{1}{\rho}} = \bigcup_{b < \frac{1}{\rho}} H^b = \lim_{b \uparrow \frac{1}{\rho}} \text{ind } H^b,$$

и в нем зададим топологию индуктивного предела. В этих обозначениях справедлива

Теорема.

Пусть H – полная локально-выпуклая алгебра; $\{\|\cdot\|_p\}$, $p = 1, 2, \dots$, – бесконечная счетная система норм, задающая топологию в H . $A: H \rightarrow H$ – линейный непрерывный оператор порядка $\beta \neq 0, \infty$. Пусть функция $\varphi(t)$ – целая векторнозначная со значениями в H , имеющая порядок роста $\rho > \frac{1}{\beta}$. Тогда $\varphi(A): H^{\frac{1}{\rho}} \rightarrow H$ – линейный непрерывный

оператор, определенный на пространстве $H^{\frac{1}{\rho}}$ и переводящий его в H .

Доказательство.

Т.к. $H^{\frac{1}{\rho}}$ является индуктивным пределом пространств H^b , $b < \frac{1}{\rho}$, то для доказательства теоремы достаточно показать, что оператор $\varphi(A)$ определен и непрерывен в пространстве H^b , где $b < \frac{1}{\rho}$ – любое.

Для любого $x \in H^b$ имеем:

$$\|x_k A^k(x)\|_p \leq \|x_k\|_{p_1} \cdot \|A^k(x)\|_{p_2} < k^{-\frac{k}{\rho_{p_1}+\varepsilon}} \cdot k^{(b_{p_2}+\varepsilon)k} \cdot \|x\|_{p_2,\varepsilon}^b, \quad \varepsilon > 0, \quad \forall k > k_0(\varepsilon).$$

Так как $b_{p_2} \leq b < \frac{1}{\rho}$, $\rho_{p_1} \leq \rho$, то

$$b_{p_2} - \frac{1}{\rho_{p_1}} \leq b - \frac{1}{\rho} < 0.$$

Следовательно, при достаточно малом $\varepsilon > 0$

$$b_{p_2} + \varepsilon - \frac{1}{\rho_{p_1} + \varepsilon} < 0.$$

То есть члены ряда (1), начиная с некоторого k , мажорируются членами сходящегося числового ряда, а значит, ряд (1) сходится абсолютно в пространстве H^b , причём

$$\|\varphi(A)(x)\|_p \leq C_p \|x\|_{p_2, \varepsilon}^b, \quad \forall p, \quad \exists p_2; \quad \forall x \in H^b, \quad b < \frac{1}{\rho}.$$

Теорема доказана.

В качестве следствия доказанной теоремы рассмотрим следующий случай.

Пусть $H = H(\mathbb{C})$; $\|F\|_p = \max_{|z| \leq p < \infty} |F(z)|$; $F \in H(\mathbb{C})$. Известно [2], что для оператора $A = \frac{d}{dz}$ в этом пространстве порядок $\beta = 1$, тип $\alpha = 0$. Пусть, далее, $\varphi(t)$ – целая векторнозначная функция, порядок роста которой $\rho > 1$. Порядок роста $\nu > 1$ целой функции $F(z)$ и её операторный порядок $\beta(F)$ относительно оператора $A = \frac{d}{dz}$ связаны соотношением:

$$\beta(F) = \frac{\nu - 1}{\nu} < 1.$$

Отсюда
$$\nu = \frac{1}{1 - \beta(F)}.$$

Тогда в качестве следствия теоремы получаем следующее

Предложение.

Пусть $\varphi(t)$ – целая векторнозначная функция со значениями в $H(\mathbb{C})$ – имеет порядок роста $\rho > 1$. Тогда оператор $\varphi\left(\frac{d}{dz}\right)$ определён и непрерывен на пространстве $H^{\frac{1}{\rho}}$ целых функций, операторный порядок которых относительно оператора $\frac{d}{dz}$ меньше $\frac{1}{\rho} < 1$, и переводит его в $H(\mathbb{C})$.

Или в терминах роста целых функций: оператор $\varphi\left(\frac{d}{dz}\right)$ определён на пространстве целых функций, порядок роста которых $\nu < \frac{\rho}{\rho - 1}$, переводит его в $H(\mathbb{C})$ и является линейным и непрерывным.

Список литературы

1. Можарова Т. Н. Об операторе $\varphi(A)$ с целой векторнозначной характеристической функцией, имеющей высокий порядок и конечный тип роста // В сборнике: Современные проблемы физико-математических наук. Материалы II международной научно-практической конференции. 2016. С. 50-52.
2. Можарова Т. Н. О применимости и непрерывности операторов с переменными коэффициентами в локально-выпуклых пространствах // Научный альманах Орловского государственного университета. Серия: Естественные науки. Выпуск 3. 2000. С. 22 – 27.

THE OPERATOR $\varphi(A)$ WITH THE CHARACTERISTIC FUNCTION OF GIVEN THE GROWTH ORDER

T. Mozharova

Cand. Sci. (Phys.–Math.), associate professor
tatjana.mozharova@yandex.ru
Orel

Orel state University named
after I. S. Turgenev

Abstract. In this paper, the conditions of existence and continuity of the linear operator $\varphi(A)$ with an integer vector-valued characteristic function are studied. Earlier [4] the class of integer vector-valued functions, to which the characteristic function of the operator $\varphi(A)$ should belong, was obtained. Situations were also considered where the characteristic function $\varphi(t)$ had a high order and finite type of growth [4] and a higher type of growth [4]. This paper contains the result obtained for the case of higher order growth of the whole vector-valued function $\varphi(t)$. Is considered the operator $\varphi(A)$ constructed with the linear continuous operator A with finite nonzero order β , the characteristic function of $\varphi(t)$, where the growth order $\rho > 1/\beta$. A space is constructed in which the given operator is defined and, under the specified conditions, linear and continuous. As a consequence of the proved theorem the case when operator a is a differentiation operator is considered.

Key words: linear continuous operator, order of growth of characteristic function.

References

1. Mozharova, T.N. (2016) Ob opere $\varphi(A)$ s tseloi` vektornoznachnoi` harakteristicheskoi` funktsiei`, imeiushchei` vy`sokii` poriadok i konechnyi` tip rosta [On the operator $\varphi(a)$ with an integer vector-valued characteristic function having a high order and finite type of growth] // In the collection: Modern problems of physical and mathematical Sciences. Proceedings of the II international scientific and practical conference. С. 50-52.
2. Mozharova, T.N. (2000) O primenimosti i neprery`vnosti operatorov s peremennymi koeffitsientami v lokal`no-vy`pukly`kh prostranstvakh [On the applicability and continuity of operators with variable coefficients in locally convex spaces] // Scientific almanac of Orel state University. Series: Natural Sciences. Issue 3. P. 22 – 27.

УДК 517.9 | **КАЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ
ОДНОРОДНЫХ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Яхъё Мухтарович Мухтаров

к.ф.-м.н., доцент
ya-muxtarov@rambler.ru
г. Самарканд

Самаркандский государственный
университет

Толибжон Эргашевич Буриев

к.ф.-м.н., доцент
tolibjonb@yahoo.com
г. Самарканд

Самаркандский государственный
университет

Аннотация. Предлагаемая работа посвящена качественному исследованию однородных полиномиальных двумерных динамических систем. Используются иннорные матрицы для нахождения достаточных условий устойчивости изолированной особой точки однородной полиномиальной системы. Доказывается, что для того чтобы нулевое решение было асимптотически устойчивым в целом, необходимо и достаточно, чтобы характеристические числа инвариантных прямых имели одинаковые знаки.

Ключевые слова: система двумерных дифференциальных уравнений, полином, однородность, изолированная особая точка, устойчивость, инвариантные лучи (прямые), матрицы, инноры.

Целью настоящей работы является качественное исследование асимптотической устойчивости изолированной особой точки системы:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \sum_{i=0}^5 a_{5-i,i} x^{5-i} y^i \equiv P(x, y) \\ \frac{dy}{dt} = \sum_{i=0}^5 b_{5-i,i} x^{5-i} y^i \equiv Q(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

где $a_{5-i,i}, b_{5-i,i} (i = \overline{0,5})$ вещественные числа и $(P, Q) = 1$.

Известно, что луч $y = kx$ ($x = ky$) будет инвариантным лучом если k является корнем уравнения

$$Q(1, k) = kP(1, k) [P(1, k) = kQ(1, k)]. \quad (2)$$

Если в системе (2) $b_{50}=0$ то, ось $Ox \{y=0\}$ (если $a_{05}=0$ то, ось $Oy \{x=0\}$) является инвариантным лучом.

Если уравнение (2) не имеет вещественных решений, то есть, если

$$Var[1, -|\Delta_1^I|, |\Delta_3^I|, -|\Delta_5^I|, |\Delta_7^I|, -|\Delta_9^I|, |\Delta_{11}^I|] = Var[1, |\Delta_1^I|, |\Delta_3^I|, |\Delta_5^I|, |\Delta_7^I|, |\Delta_9^I|, |\Delta_{11}^I|]$$

где $|\Delta_{2i-1}^I| (i = \overline{0,5})$ определители инноров матрицы [2]

$$\Delta'_{11} = \begin{pmatrix} c_6 & . & . & . & c_3 & c_2 & c_1 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & . & 0 & c_6 & c_5 & . & . & . & c_0 \\ 0 & . & . & . & 0 & 0 & 6c_6 & . & . & . & c_1 \\ 0 & . & . & . & 0 & 6c_6 & 5c_5 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ 6c_6 & . & . & . & 3c_3 & 2c_2 & c_1 & . & . & . & 0 \end{pmatrix}$$

то система (1) будет иметь особую точку второй группы (центр или фокус).

Здесь $c_i = b_{5-i,i} - a_{6-i,i-1}$ ($i = \overline{0,6}$), $a_{6,-1} = b_{-1,6} = 0$. В зависимости от того является ли особая точка $O(0,0)$ системы (1) обобщенным узлом или обобщенным седлом, нулевое решение будет асимптотически (обратно асимптотически) устойчиво либо неустойчиво.

В частности, когда $a_{05} = b_{50} = 0$ система (1) имеет вид

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = x \sum_{i=0}^4 a_{5-i,i} x^{4-i} y^i, \\ \frac{dy}{dt} = y \sum_{i=0}^4 b_{4-i,i+1} x^{4-i} y^i, \end{cases} \quad (3)$$

траектории которого примыкают к особой точке только по инвариантным лучам.

Имеет место

Теорема. Для того, чтобы нулевое решение системы (3) было асимптотически (обратно асимптотически) устойчивым в целом, необходимо и достаточно, чтобы характеристические числа инвариантных лучей имели один и тот же знак.

Число инвариантных лучей системы (3) зависит от числа вещественных корней характеристического уравнения

$$\Phi(k) = \sum_{i=0}^4 (b_{4-i,i+1} - a_{5-i,i}) k^i = \sum_{i=0}^4 c_i k^i = 0. \quad (4)$$

Если в уравнении (4) $c_0 = 0$ ось Ox (при $c_4 = 0$ ось Oy) будет инвариантным лучом кратности два.

Пусть $c_4 > 0$, составим матрицу [2].

$$\Delta_7 = \begin{pmatrix} c_4 & c_3 & c_2 & c_1 & c_0 & 0 & 0 \\ 0 & c_4 & c_3 & c_2 & c_1 & c_0 & 0 \\ 0 & 0 & c_4 & c_3 & c_2 & c_1 & c_0 \\ 0 & 0 & 0 & 4c_4 & 3c_3 & 2c_2 & c_1 \\ 0 & 0 & 4c_4 & 3c_3 & 2c_2 & c_1 & 0 \\ 0 & 4c_4 & 3c_3 & 2c_2 & c_1 & 0 & 0 \\ 4c_4 & 3c_3 & 2c_2 & c_1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Для того, чтобы система (3) имела шесть инвариантных лучей, необходимо и достаточно иннорно положительность матрицы Δ_7 .

В силу теоремы 2.8[2] получим условия о количестве инвариантных лучей системы (3):

Δ_3	Δ_5	Δ_7	
+	+	—	инвариантных лучей 4 пары
+	—	—	
—	+	—	
—	—	—	
+	—	+	инвариантных лучей 2 пары
—	+	+	
—	—	+	

Полученные инвариантные лучи некратные.

Рассмотрим случаи: $c_0 = 0$ или $c_4 = 0$.

1. Пусть $c_0 = 0$, $c_4 \neq 0$, тогда количество инвариантных лучей зависит от знака

$$D_1 = (2c_3^3 - 9c_2c_3c_4 + 27c_1c_4^2)^2 + 4(3c_2c_4 - c_3^2)^3.$$

Если $D_1 > 0$, то система имеет 3 пары исключительных направлений, если $D_1 = 0$ то 4 пары исключительных направлений, если $D_1 < 0$ - 5 пар исключительных направлений.

2. Если $c_0 \neq 0$, $c_4 = 0$, тогда в зависимости от знака

$$D_2 = (2c_2^3 - 9c_1c_2c_3 + 27c_0c_3^2)^2 + 4(3c_1c_3 - c_2^2)^3.$$

имеем: при $D_2 > 0$ 3 пары, при $D_2 = 0$ 4 пары, при $D_2 < 0$ 5 пар исключительных направлений.

3. Если $c_0 = c_4 = 0$, то в зависимости от знака $D_3 = c_2^2 - 4c_1c_2$ имеем:

при $D_3 > 0$ 4 пары, при $D_3 < 0$ 2 пары, при $D_3 = 0$ 3 пары исключительных направлений

Таким образом, из теоремы вытекает следующее.

Следствие. Если числа $a_{50}, b_{05}, \sum_{i=0}^4 (a_{5-i,i} + k_j^2 b_{4-i,i+1}) k_j^i$ имеют одинаковые знаки, то нулевое решение системы (3) будет асимптотически (обратно асимптотически) устойчивым.

Здесь k_j вещественный корень уравнения (4).

Список литературы

1. Шарипов Ш.Р. Теория однородных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Самарканд. 1977 г. 165с.
2. Джури Э. Инноры и устойчивость динамических систем. М. Наука, 1979 г. 304 с.
3. Баутин Н.Н., Леонтович Е.А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. М. Наука, 1976 г. 245с.

QUALITATIVELY ANALYZED TWO DIMENSIONAL HOMOGENEOUS POLINOMIAL DYNAMICAL SYSTEM

I. Mukhtarov

Cand. Sci. (Phys.-Math.), associate professor
ya-muxtarov@rambler.ru
Samarkand

Samarkand State University

T. Buriev

Cand. Sci. (Phys.-Math.), associate professor
tolibjonb@yahoo.com
Samarkand

Samarkand State University

Abstract. In this work the problems about stability of asymptotically stability of trivial equilibrium state in special type system of two ordinary homogeneous polynomial differential equations is analyzed. To investigate stability of equilibrium state we used the innors of matrix of system ODE. We show, that trivial equilibrium state is asymptotically stability when characteristic numbers of invariant lines have same signs.

Keywords: ordinary differential equations, system, equilibrium state, asymptotically stability, homogeneous, polynomial, invariant lines, innors of matrix, characteristic equation.

УДК
517.927.4

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВАРИАЦИОННЫХ ИТЕРАЦИЙ
К ПРИБЛИЖЕННОМУ РЕШЕНИЮ НЕКОТОРЫХ
КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИКИ**

Аблакул Абдирашидов
к.ф.-м.н., доцент
abdira@mail.ru
г. Самарканд

Самаркандский государственный
университет

Бекзод Бахтиёр угли Ортиков
студент
г. Самарканд

Самаркандский государственный
университет

Нуршод Холмухаммад угли Кадиров
студент
г. Самарканд

Самаркандский государственный
университет

Акмалжон Аблакулович Абдурашидов
ассистент
г. Самарканд

Самаркандский государственный
университет

Аннотация. Работа посвящена приближенному решению некоторые краевых задач с линейными и нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями приведением их к начальной задаче с помощью метода вариационных итераций. Рассмотренные краевые задачи относятся к гидродинамике. Результаты приближенных решений сравнены с известным точным решением и решениями других методов. Результаты данной работы позволяют расширить применение приближенного метода вариационных итераций к решению многих нелинейных проблем инженерных наук.

Ключевые слова: метод вариационных итераций, дифференциальные уравнения, краевые и начальные задачи, приближенное решение.

Введение. Решение краевых задач с нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями (ОДУ) являются одной их основных проблем инженерных наук. За прошлые несколько десятилетий и математики и физики сделали значительные успехи в этом направлении [8, 10]. Многие из этих уравнений не имеют точные аналитические решения. С другой стороны, решать эти нелинейные уравнения аналитически могут некоторые авторы, которые глубоко знают описание некоторых физических процессов, что иногда принуждает их знать некоторые факты, которые просто не поняты посредством общих наблюдений. В результате эти уравнения должны быть решены, используя другие методы. В последние годы были разработаны различные методики решения таких уравнений, например, метод гомотопического анализа [1, 7], метод вариационных итераций (МВИ) [6, 7, 8], метод разложения Адомиана [3, 8], метод гомотопического возмущения [5, 8], упрощенный метод укороченных разложений [2, 9, 10] и др., а также их различные модифицированные варианты [8, 10]. Для оценки преимущества МВИ ниже приближенно решены некоторые краевые задачи гидродинамики.

Постановка задачи и алгоритм МВИ. Рассмотрим приближенное решение нелинейного дифференциального уравнения вида $Ly(x) + Ny(x) = q(x)$, где L и N - линейные и нелинейные операторы, соответственно; $y(x)$ - искомая функция; $q(x)$ - известная функция. Метод вариационных итераций допускает использование коррекции функционала для заданного уравнения в виде $y_{n+1}(x) = y_n(x) + \int_0^x \lambda(s)[Ly_n(s) + N\tilde{y}_n(s) - q(s)]ds$, где λ - общий множитель Лагранжа, который может быть определен оптимальным образом с помощью вариационной теории и изменение $\tilde{y}_n$ ограничено, а это означает, что $\delta \tilde{y}_n = 0$. Множитель λ имеет решающее значение и критический в методе, и это может быть константой или функцией. Определяя λ , итерационная формула должна быть использована для определения последовательности приближения $y_{n+1}(x)$, $n \geq 0$, которая приближается к решению $y(x)$. Нулевое приближение y_0 может быть выборочной функцией. Тем не менее, с использованием начальных значений $y(0)$, $y'(0)$, $y''(0)$ и т.д. предпочтительно используем для выборочного нулевого приближения y_0 , как будет показано ниже. Следовательно, имеем решение $y(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} y_n(x)$.

Ниже приведены иллюстративные примеры. В них решены различные краевые задачи из гидродинамики с ОДУ.

Пример 1. Дано безразмерное уравнение движение жидкости с постоянной скорости в круговом цилиндре радиусом R и длиной L . Температура жидкости по течению изменяется медленно, а стенкой цилиндром наблюдается конвективный теплообмен. На краях цилиндра даны постоянные температуры. Тогда после некоторых упрощений получим следующую краевую задачу с однородным линейным ОДУ второго порядка [11]:

$$y'' + y' - 2y = 0, \quad y(0) = 0, \quad y(4) = 1.$$

Решение. Для решения данной краевой задачи ее приведем к начальной, т.е. введем новые краевые условия $y(0)=a$, $y'(0)=b$, где a , b - пока неизвестные константы.

Теперь рассмотрим начальной задачи и для ее решения применяем вышеописанную алгоритм МВИ. Для заданной задачи $\lambda = s - x$ и начальное приближение равно $y_0(0) = y(0) + xy'(0) = a + bx$. Соответствующая итерационная формула имеет вид

$$y_{n+1}(x) = y_n(x) + \int_0^x (s-x)[y_n''(s) + y_n'(s) - 2y_n(s)]ds, \quad n \geq 0.$$

Из краевых условий $y_1(0) = 0$, $y_1(4) = 1$ и первого приближения

$$y_1(x) = y_0(x) + \int_0^x (s-x)[y_0''(s) + y_0'(s) - 2y_0(s)]ds = a + bx + (a - \frac{1}{2}b)x^2 + \frac{1}{3}bx^3$$

находим $a = 0$, $b = 3/52$. Тогда

$$y_1(x) = \frac{3}{52}x - \frac{3}{104}x^2 + \frac{1}{52}x^3.$$

Далее имеем

$$y_2(x) = \frac{3}{52}x - \frac{3}{104}x^2 + \frac{3}{104}x^3 - \frac{1}{104}x^4 + \frac{1}{520}x^5 \text{ и т.д.}$$

Решение краевой задачи ведем с помощью методом ряда Тейлора:

$$y'' = 2y - y' \Rightarrow y^{(n)} = 2y^{(n-2)} - y^{(n-1)}, \quad y^{(n)}(0) = 2y^{(n-2)}(0) - y^{(n-1)}(0), \quad n > 2.$$

Получим следующие результаты:

$$y''(0) = -b; \quad y'''(0) = 3b; \quad y^{(IV)}(0) = -5b;$$

$$y^{(V)}(0) = 11b; \quad y^{(VI)}(0) = -21b \text{ и т.д. } y(x) = y(0) + \frac{y'(0)}{1!}x + \frac{y''(0)}{2!}x^2 + \frac{y'''(0)}{3!}x^3 + \dots;$$

$$y(x) = a + b \left(x - \frac{x^2}{2!} + \frac{3x^3}{3!} - \frac{5x^4}{4!} + \frac{11x^5}{5!} - \frac{21x^6}{6!} + \dots \right) = a + \frac{b}{3}(e^x - e^{-2x}),$$

$$y(0) = 0 \Rightarrow a = 0; \quad y(4) = 1 \Rightarrow b = \frac{3}{e^4 - e^{-8}}.$$

В результате получим точное решение задачи: $y(x) = \frac{e^x - e^{-2x}}{e^4 - e^{-8}}$. Точно такое же аналитическое решение краевой задачи получим с помощью характеристическое уравнение $y_a(x) = y(x)$, а также методами стрельбы, коллокации и Галеркина. Полученной начальной задачи решили также с помощью Maple 17: $y_m(x) = (e^x - e^{-2x})/52$. Относительная погрешность результатов $y(x)$, $y_m(x)$, $y_a(x)$, $y_2(x)$ не превышает 5%.

Пример 2. Рассмотрена баланс количества движения вокруг критической точки ламинарного течения жидкости и с помощью подобных преобразований уравнение в частных производных приведен к ОДУ. В результате получен следующая краевая задача с неоднородным нелинейным ОДУ третьего порядка [11]:

$$y''' + (y - y'')y'' + 1 = 0, \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 0, \quad y'(5) = 1.$$

Решение. Для решения данной краевой задачи ее приведем к начальной, т.е. введем новые краевые условия $y(0) = a$, $y'(0) = b$, $y''(0) = c$, где a , b , c – пока неизвестные константы. Теперь рассмотрим начальной задачи и для ее решения применяем вышеописанную алгоритм МВИ. Для заданной задачи $\lambda = -0,5(s - x)^2$ и начальное приближение равно $y_0(0) = y(0) + xy'(0) + 0,5x^2y''(0) = a + bx + 0,5cx^2$. Соответствующая итерационная формула имеет вид

$$y_{n+1}(x) = y_n(x) - \frac{1}{2} \int_0^x (s - x)^2 [y_n'''(s) + (y_n(s) - y_n''(s))y_n''(s) + 1] ds, \quad n \geq 0.$$

Из краевых условий $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$, $y'(5) = 1$ и первого приближения

$$y_1(x) = y_0(x) - \frac{1}{2} \int_0^x (s - x)^2 [y_0'''(s) + (y_0(s) - y_0''(s))y_0''(s) + 1] ds = a + bx + \frac{1}{2}cx^2 + \frac{1}{6}(c^2 - ac - 1)x^3 - \frac{1}{24}bcx^4 - \frac{1}{120}c^2x^5 \text{ находим } a=0, b=0, c=1,23259. \text{ Тогда}$$

$$y_1(x) = 0,616295 x^2 + 0,0865463513 x^3 - 0,0126606509 x^5; \quad y_2(x) = 0,616295 x^2 + 0,0865463513 x^3 + 0,0533380838 x^4 - 0,0081664884 x^5 - 0,0087576694 x^6 - 0,0014662742 x^7 + 0,0005108908 x^8 + 0,0001837419 x^9 - 0,0000032382 x^{11}$$

и т.д. Такой же результат аналогично получим методом ряда Тейлора. Полученной начальной задачи решили численно ($y_m(x)$) и аналитически с помощью Maple 17:

$$y_a(x) = 0,616259 x^2 + 0,0865463513 x^3 + 0,05333808361 x^4 + 0,0181311071 x^5.$$

Относительная погрешность результатов $y_m(x)$, $y_a(x)$, $y_2(x)$ не превышает 4%.

Пример 3. Рассмотрим установившееся течение неньютоновской жидкости в пористом канале, которое описывается с нелинейным ОДУ вида [4]:

$$y'''(x) - M^2 y'(x) + \text{Re}[y'(x)^2 - y(x)y''(x)] - \alpha[2y(x)y'''(x) - y''(x)^2 - y(x)y^{IV}(x)] = 0, \\ y(0) = 0, \quad y''(0) = 0, \quad y(0,5) = 0,5, \quad y'(0,5) = 0.$$

Здесь Re – число Рейнольдса; M , α – некоторые константы.

Решение. Для решения данной краевой задачи ее приведем к начальной, т.е. введем не достающиеся начальные условия. Начальное приближение равно $y_0(x)=a+bx+cx^2/2+dx^3/6$, где a, b, c, d – неизвестные постоянные из начальных условий: $y(0) = a$; $y'(0) = b$; $y''(0) = c$; $y'''(0) = d$. Для ее решения применяем вышеописанную алгоритм МВИ. Для заданной задачи $\lambda = (s - x)^3/6$. Соответствующая итерационная формула имеет вид

$$y_{n+1}(x) = y_n(x) + \frac{1}{6} \int_0^x (s-x)^3 \{ [y_n'''(x) - M^2 y_n'(x) + \text{Re}[y_n'(x)^2 - y_n(x)y_n''(x)] - \\ - \alpha [2y_n(x)y_n'''(x) - y_n''(x)^2 - y_n(x)y_n^{IV}(x)] \} ds, \quad n \geq 0.$$

Из краевых условий

$$y(0) = 0, \quad y''(0) = 0, \quad y(0,5) = 0,5, \quad y'(0,5) = 0$$

и первого приближения

$$y_1(x) = a + bx + \frac{1}{2}cx^2 + \frac{1}{6}dx^3 + \frac{1}{24}(bM^2 + ac\text{Re} + 2\alpha ad - d - \alpha c^2 - b^2\text{Re})x^4 + \\ + \frac{1}{120}(2\alpha bd - 2\alpha cd + ad\text{Re} - bc\text{Re} + cM^2)x^5 + \frac{1}{720}(2\alpha cd - 2\alpha d^2 - c^2\text{Re} + dM^2)x^6 + \\ + \frac{1}{2520}(\alpha d^2 - cd\text{Re})x^7 - \frac{1}{20160}d^2\text{Re}x^8$$

при $M = 2$, $\text{Re} = 0$, $\alpha = 0,2$ находим

$$a = 0; \quad b = 1,541648557; \quad c = 0; \quad d = -15,42309491;$$

$$y_1(x) = 1,541648557 x - 2,570515818 x^3 + 0,8995703808 x^4 - 0,07925664 x^5 - \\ - 0,217834892 x^6 + 0,0188787188 x^7.$$

Расчет ведем также методом ряда Тейлора и получим:

$$a = 0; \quad b = 1,459968718; \quad c = 0; \quad d = -9,871795450;$$

$$y_1(x) = 1,459968718 x - 1,645299242 x^3 - 0,1859208249 x^4 - 0,3376987523 x^5 - \\ - 0,082573259 x^6 - 0,1099019728 x^7.$$

Полученной начальной задачи решили также численно приближенным методом Рунге-Кутты с помощью Maple 17: Эти и другие результаты при различных значениях M , Re , α соответствуют с результатами [4]. Относительная погрешность этих результатов не превышает 5%.

Выводы. Таким образом, изучены применения метода вариационных итераций к приближенному решению краевых задач с линейным и нелинейным ОДУ. Результаты сравнены с точными решениями краевой задачи и результатами, полученными с помощью других методов (метод ряда Тейлора, аналитически и численно со стандартными процедурами математического пакета Maple 17) и результатами других авторов. Из сравнений ясно, что результаты МВИ достаточно точны. Поэтому этот метод – мощный математический инструмент и с его помощью может быть решен большой класс нелинейных краевых задач, используемых в инженерных науках.

Список литературы

1. Abbasbandy S. (2006) The application of homotopy analysis method to nonlinear equations arising in heat transfer. Phys. Left. A, 360: 109-113.
2. Abdurashidov A.A., Ortiqov B.B., Qadirov N.X., Abdirashidov A. (2018) Exact solution of some nonlinear evolutionary equations using the modified simple equation method // Theoretical and Applied Science, 3(59).
3. Adomian G. (1994). Solving Frontier Problems of Physics: The Decomposition Method. 1st Edn., Kluwer Academic, Boston.
4. Hayat T., Ahmed N., Sajid M., Asghar S. (2007) On the MHD flow of a second grade fluid in a porous channel. Comp. Math. Appl., 54: 407-414.
5. He J.H. (2003) Homotopy perturbation method: A new nonlinear analytical technique. Applied Math. Comput., 135: 73-79.
6. He J.H., Wu X.H. (2007) Variational iteration method: New development and applications. Comp. Math. Appl., 54: 881-894.
7. Khatami I., Tolou N., Mahmoudi J., Rezvani M. (2008) Application of homotopy analysis method and variational iteration method for shock wave equation. J. Applied SCI. 8: 848-853.
8. Wazwaz, A.M. (2009) Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory. Higher Education Press, Berlin Heidelberg. 761 p.
9. Абдурашидов А.А. Точное решение некоторых нелинейных уравнений Гарднера упрощенным методом укороченных разложений // Международный сетевой научно-практический журнал «Наука среди нас». Выпуск: 6, феврал, 2018 г.
10. Кудряшов Н.А. Методы нелинейной математической физики: Учебное пособие. 2-е изд. Долгопрудный: Интеллект, 2010. 368 с.
11. Хайпер Э., Нёрсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. М.: Мир, 1990. 512 с.

**APPLICATION OF THE VARIATIONAL ITERATIONS METHOD
TO THE APPROXIMATE SOLUTION OF SOME BOUNDARY
PROBLEMS OF HYDRODYNAMICS**

Abdirashidov Ablakul Cand. Sci. (Phys.-Math.), associate professor abdira@mail.ru Samarkand	Samarkand State University
Ortikov Bekzod student Samarkand	Samarkand State University
Kadirov Nurshod student Samarkand	Samarkand State University
Abdurashidov Akmaljon Ablakulovich assistant Samarkand	Samarkand State University

Abstract. The article is devoted to the approximate solution some boundary problems with the linear and nonlinear ordinary differential equations their reduction initial-value

problems with the help by of variational iterations method. The considered boundary problems belong to hydrodynamics. Results of approximate solutions are compared to the known exact solution and solutions of other methods. Results of this article allows to expand application of the approximate of variational iterations method to the solution of many nonlinear problems of engineering sciences.

Keywords: variational iteration method, differential equations, boundary and initial-value problems, approximate solution.

References

1. Abbasbandy S. (2006) The application of homotopy analysis method to nonlinear equations arising in heat transfer. *Phys. Left. A*, 360: 109-113.
2. Abdurashidov A.A., Ortiqov B.B., Qadirov N.X., Abdirashidov A. (2018) Exact solution of some nonlinear evolutionary equations using the modified simple equation method // *Theoretical and Applied Science*, 3(59).
3. Adomian G. (1994). *Solving Frontier Problems of Physics: The Decomposition Method*. 1st Edn., Kluwer Academic, Boston.
4. Hayat T., Ahmed N., Sajid M., Asghar S. (2007) On the MHD flow of a second grade fluid in a porous channel. *Comp. Math. Appl.*, 54: 407-414.
5. He J.H. (2003) Homotopy perturbation method: A new nonlinear analytical technique. *Applied Math. Comput.*, 135: 73-79.
6. He J.H., Wu X.H. (2007) Variational iteration method: New development and applications. *Comp. Math. Appl.*, 54: 881-894.
7. Khatami I., Tolou N., Mahmoudi J., Rezvani M. (2008) Application of homotopy analysis method and variational iteration method for shock wave equation. *J. Applied SCI*. 8: 848-853.
8. Wazwaz, A.M. (2009) *Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory*. Higher Education Press, Berlin Heidelberg. 761 p.
9. Abdurashidov, A.A. (2018) Tochnoye resheniye nekotorig nelineynix uravneniy Gardnera uproshyennim metodom ukorochennix razlozeniy [The exact solution of certain nonlinear Gardner equations by the simplified method of truncated expansions] // *Mejdunarodniy setevoy nauchno-prakticheskiy jurnal «Nauka sredi nas»*. Vipusk 6.
10. Kudryashov, N.A. (2010) *Metodi nelineynoy matematicheskoy fiziki: Uchebnoye posobiye* [Methods of nonlinear mathematical physics]. 2-ye izd. Dolgoprudniy: Intellekt, 368 p.
11. Xayrer, E., Nyorsett, S., Vanner, G. (1990) *Resheniye obiknovennix differentsialnix uravneniy. Nejestkiye zadachi* [The solution of ordinary differential equations]. M.: Mir. 512 p.

УДК 004 | **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫБОРА
АВТОМАТИЗИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ**

Дилшод Маматжонович Охунов

к.э.н.
mamatdilshod@rambler.ru
г. Фергана

Ферганский филиал Ташкентского
университета информационных
технологий

Аннотация. Для эффективного использования достижений современной информационной технологии, удовлетворения требований к качеству автоматизированных систем (АС) необходимо тщательно планировать весь процесс создания и развития АС, в т.ч. проектными работами. Это вызывает потребность в разработке комплекса методов, поддерживающих все аспекты процессов создания и развития АС, управления проектными работами. Только на этой основе можно рационально использовать ресурсы и эффективно контролировать получаемые результаты. В данной статье для реализации процессов управления работами по созданию и развитию информационных систем и отдельных локальных автоматизированных систем предложены методы и модели оценки и выбора автоматизируемых объектов.

Ключевые слова: информационная технология, автоматизированная система, автоматизируемый объект, целочисленное программирование, целевая функция, технические средства, информационное обеспечение, затраты.

1. Введение

В существующей практике выбор автоматизируемых объектов (под автоматизируемыми объектами понимаются предприятия, организации, учреждения) в большинстве случаев определяется случайными факторами. Здесь могут играть роль масштабы деятельности предприятия, организации, уровень организации производства, нехватка управленческого персонала, инициатива руководителя, директивные указания и т.п. [1]. Такие субъективные методы выбора объектов автоматизации могли быть пригодными на этапе появления первых АС, когда требовалось накопить хотя бы минимальный опыт в этой области.

На данном этапе развития экономики в рыночных условиях ее функционирования, с одной стороны, и широкого охвата автоматизацией объектов национальной экономики, - с другой, к выбору автоматизируемых объектов необходим подход, учитывающий интересы как предприятий и организаций, так и регионов, национальной экономики в целом. В этом случае обеспечивается принцип получения наибольших результатов при минимуме затрат.

С этой целью создание каждой АС должен предшествовать анализ особенностей объекта и условий, в которых он осуществляет свою деятельность. Целью анализа является [2]:

- выявить возможности и конкретные направления совершенствования структуры и системы управления предприятием, отраслью, территорией с точки зрения применения информационных технологий (здесь речь может идти об объединении мелких предприятий в комплексы или разделение крупных предприятий, объединений в малые предприятия, более рациональном размещении, специализации и кооперации и т.д.);
- выделить предприятия, организации, учреждения, для которых автоматизация в рассматриваемый период является более целесообразной, при этом эффект от внедре-

ния АС и применения информационных технологий должен быть не ниже нормативного;

- провести классификацию этих предприятий, организаций для выявления возможностей разработки типовых АС, подсистем и задач;

- выявить наиболее перспективные предприятия, где применение типовых проектов АС может дать наибольший эффект. Критерием здесь может быть количество предприятий, организаций в группе, суммарный объем выпускаемой продукции, размер основных фондов, численность работающих и т.д. Типовые АС для таких групп предприятий, организаций должны разрабатываться в первую очередь;

- выделить предприятия, организации, специфика которых не относится к данной отрасли. Для них можно использовать типовые АС других отраслей, где имеются аналогичные предприятия, организации.

2. Модель выбора автоматизируемых объектов

Задачу выбора автоматизируемых объектов для внедрения АС можно сформулировать следующим образом [3].

Имеется множество научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, занимающихся разработкой и внедрением АС, а также объектов, составляющих потенциальное поле создания АС, которая в свою очередь состоит из подмножества групп объектов (под группой объектов здесь понимается совокупность объектов в отраслях национальной экономики). Разработка, внедрение и функционирование АС на отдельных объектах характеризуются определенными затратами ресурсов (кадры специалистов, средства вычислительной техники и информатики, финансовые ресурсы и т.д.). Существуют также оценки осуществимости создания АС на конкретных объектах. Из этого множества объектов с учетом различных влияющих факторов (ограниченности ресурсов, подготовленность отдельных объектов к созданию АС, наличие организаций-разработчиков и т.д.) следует определить те объекты, на которых целесообразно создавать АС в первую очередь.

Введем следующую систему обозначений:

L – множество групп объектов, составляющих потенциальное поле создания АС, l – индекс группы объектов, $l \in L$;

W – множество организаций, занимающихся разработкой и внедрением АС; w – индекс организации, $w \in W$;

L_w – множество l –разрабатываемых в w ; $L_w \subset L$;

$$\bigcup_{w \in W} L_w = L$$

W_l – множество организаций, разрабатывающих АС на l :

$$W_l \subset W; \quad \bigcup_{l \in L} W_l = W;$$

J – множество объектов, для которых разрабатывается АС; i – индекс объекта; $i \in J$;

J_l – множество i группы l , разрабатываемых во всех w :

$$J_l \subset J; \quad \bigcup_{l \in L} J_l = J;$$

J_w – множество i – всех групп объектов, разрабатываемых в w :

$$J_w \subset J; \quad \bigcup_{w \in W} J_w = J;$$

J_{lw} – множество i группы l , разрабатываемых в w :

$$\bigcup_{l \in L} J_{lw} = J_w; \quad \bigcup_{w \in W} J_{lw} = J_l;$$

K – множество квалификаций специалистов; k – индекс квалификации, $k \in K$;

K^1 – множество таких k , что ограничения на эти k нужны по каждой i : $K^1 \in K$;
 K^2 – множество таких k , что ограничения на эти k нужны по всем разрабатываемым АС в одной l : $K^2 \in K$;
 K^3 – множество таких k , что ограничения на эти k нужны по всем i , разрабатываемых во всех w : $K^3 \in K$;
 $K^1 \cup K^2 \cup K^3 = K$;
 M – множество материалов, оборудования, приборов, лимитирующих разработку АС; m – индекс материалов, приборов, оборудования: $m \in M$;
 F – множество типов технических средств АС, необходимых для создания АС; f – индекс типа технических средств: $f \in F$;
 F^1 – множество таких f , что ограничения на эти f нужны любому i : $F^1 \in F$;
 F^2 – множество таких f , что ограничения по ним нужны по всем i одной группы l : $F^2 \in F$;
 F^3 – множество таких f , что ограничения на эти f нужны по всем i всех l : $F^3 \in F$;
 $F^1 \cup F^2 \cup F^3 = F$;
 S – множество методик, типовых проектных решений и типовых проектов, пакетов прикладных программ и т.д. (научно-методическое и информационное обеспечение работ по созданию АС); s – индекс методик и т.д.: $s \in S$;
 S^1 – множество таких s , что ограничения по ним нужны по любому i : $S^1 \in S$;
 S^2 – множество таких s , что ограничения по ним нужны по всем i одной l : $S^2 \in S$;
 S^3 – множество таких s , что ограничения по ним нужны по всем i всех l : $S^3 \in S$;
 $S^1 \cup S^2 \cup S^3 = S$;
 P – множество видов единовременных затрат (на проектирование, приобретение средств вычислительной техники и информатики и т.д.); p – индекс вида единовременных затрат: $p \in P$;
 P^1 – множество таких p , что ограничения по ним нужны по любому i : $P^1 \in P$;
 P^2 – множество таких p , что ограничения по ним нужны по всем i одной l : $P^2 \in P$;
 P^3 – множество таких p , что ограничения по ним нужны по всем i всех l : $P^3 \in P$;
 $P^1 \cup P^2 \cup P^3 = P$;
 Z – множество видов затрат на эксплуатацию АС; z – индекс вида затрат: $z \in Z$;
 Z^1 – множество таких z , что ограничения по ним нужны по любому i : $Z^1 \in Z$;
 Z^2 – множество таких z , что ограничения по ним нужны по всем i всех l : $Z^2 \in Z$;
 Z^3 – множество таких z , что ограничения по ним нужны по всем i всех l : $Z^3 \in Z$;
 $Z^1 \cup Z^2 \cup Z^3 = Z$;
 B – множество факторов, оценивающих степень подготовленности объекта к созданию АС; b – индекс фактора: $b \in B$;
 B^1 – множество таких b , что ограничения по ним нужны по любому i и их количественная оценка не должна быть ниже заданной: $B^1 \in B$;
 B^2 – множество таких b , что ограничения по ним нужны по всем i одной l и их количественная оценка должна быть не ниже заданной; $B^2 \in B$;
 B^3 – множество таких b , что ограничения по ним нужны по всем i всех l и их количественная оценка должна быть не ниже заданной: $B^3 \in B$;
 $B^1 \cup B^2 \cup B^3 = B$;
 G – множество факторов внешней среды, оказывающих влияние на выбор объектов автоматизации; g – индекс фактора внешней среды: $g \in G$;
 G^1 – множество таких g , что ограничения по ним нужны по каждому i и их количественная оценка должна быть не ниже заданной: $G^1 \in G$;

G^2 – множество таких g , что ограничения по ним нужны по всем i одной l и их количественная оценка должна быть не ниже заданной: $G^1 \in G$;

G^3 – множество таких g , что ограничения по ним нужны по всем i всех l и их количественная оценка должна быть не ниже заданной: $G^1 \in G$;

$$G^1 \cup G^2 \cup G^3 = G;$$

$R_{ilw}^k, R_{ilw}^m, R_{ilw}^f, R_{ilw}^p, R_{ilw}^s$ – ресурсы на создание, развитие и функционирование АС на i -м объекте группы l , разрабатываемой в организации w – соответственно; специалистов k -й квалификации; m – материалов, оборудования, приборов; f – типов технических средств; p – единовременных затрат; s – методик; z – затрат на эксплуатацию;

V^k, V^m, V^f, V^p, V^s предельно допустимые значения соответствующих ресурсов и факторов;

$\mathcal{E}_{ilw}$ – эффективность разработки и внедрения АС на i -м объекте группы l в организации w ;

X_{ilw} – подлежащие определению неизвестные задачи, указывающие на интенсивность разработки и внедрения АС на i -м объекте группы l организации w .

Модель оптимального выбора первоочередных объектов в самом общем виде может быть сформулирована как модель целочисленного программирования [4] следующим образом:

$$DX \leq V,$$

$$\mathcal{E}X \rightarrow \max$$

$$X_{ilw} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

Где: X – фактор интенсивности разработки и внедрения АС на объектах; D – матрица затрат ресурсов на разработку и внедрение АС; V – лимиты ресурсов; $\mathcal{E}$ – вектор интенсивности разработки и внедрения АС на объектах.

Модель представляет собой систему ограничений на все виды ресурсов и факторов, целевую функцию задачи и в подробном виде выглядит следующим образом:

1. Ограничения на специалистов различной квалификации:

$$\sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^k X_{ilw} \leq V^k; k \in K^1; i \in J;$$

$$\sum_{l \in L} \sum_{w \in W} R_{ilw}^k X_{ilw} \leq V^k; k \in K^2; w \in W;$$

$$\sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^k X_{ilw} \leq V^k; k \in K^3; l \in L;$$

Описанные неравенства ограничивают специалистов различной квалификации таким образом, чтобы их число не превышало наличное количество специалистов по разработке и внедрению. Эти неравенства ограничивают использование такого рода и числа специалистов, которые могли бы участвовать в разработке и внедрении АС соответственно на каждом объекте, на группе объектов и на всех группах объектов.

2. Ограничения на материалы, приборы и оборудования:

$$\sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^m X_{ilw} \leq V^m; m \in M; l \in L.$$

Это неравенство отражает тот факт, что в полученном решении использование ресурсов (технических средств для проведения отладки программ, испытаний и других экспериментальных работ) не должно превышать их наличие. Ограничения накладываются на все организации, на всех группы объектов, на все объекты.

3. Ограничения на технические средства АС:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^f X_{ilw} &\leq V^f ; f \in F^1 ; i \in J; \\ \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} R_{ilw}^f X_{ilw} &\leq V^f ; f \in F^2 ; w \in W; \\ \sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^f X_{ilw} &\leq V^f ; f \in F^3 ; l \in L. \end{aligned}$$

Эти неравенства отражают тот факт, что в полученном решении использование различных типов технических средств информационных технологий по количеству и качеству не должно превышать их наличия. Ограничения накладываются на технические средства по каждому объекту, по каждой группе объектов, по всей группе объектов, по всем организациям, разрабатывающим и внедряющим АС.

4. Ограничения на научно-методическое и информационное обеспечение работ по созданию АС:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^s X_{ilw} &\leq V^s ; s \in S^1 ; i \in J; \\ \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} R_{ilw}^s X_{ilw} &\leq V^s ; s \in S^2 ; w \in W; \\ \sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^s X_{ilw} &\leq V^s ; s \in S^3 ; l \in L; \end{aligned}$$

Описанные неравенства отражают тот факт, что наличие методических материалов, типовых проектов и типовых проектных решений, пакетов прикладных программ (ППП) и т.д. не должно быть ниже допустимого значения, иначе это может привести к затягиванию сроков разработки и внедрения АС ограничения накладываются на каждый объект, на каждую группу объектов, на все объекты разрабатываемых АС во всех организациях.

5. Ограничения на единовременные затраты на создание АС:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^p X_{ilw} &\leq V^p ; p \in P^1 ; i \in J; \\ \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} R_{ilw}^p X_{ilw} &\leq V^p ; p \in P^2 ; w \in W; \\ \sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^p X_{ilw} &\leq V^p ; p \in P^3 ; l \in L; \end{aligned}$$

Эти неравенства отражают тот факт, что единовременные затраты на создание АС (затраты на проектные работы, внедрение проектов, подготовку персонала, ввод в действие АС и т.д.) не должны превышать их наличия. Ограничения накладываются на каждый объект, на каждую группу объектов, на все группы объектов.

6. Ограничения на затраты, связанные с эксплуатацией АС:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^z X_{ilw} &\leq V^z ; z \in Z^1 ; i \in J; \\ \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} \sum_{\substack{\in D_u \\ \partial \in O_{\partial u}}} R_{ilw}^z X_{ilw} &\leq V^z ; z \in Z^2 ; w \in W; \\ \sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^z X_{ilw} &\leq V^z ; z \in Z^3 ; l \in L; \end{aligned}$$

Эти неравенства отражают тот факт, что эксплуатационные затраты на функционирование АС не должны превышать установленных лимитов. Ограничения накладываются на каждый объект, группу объектов и на все объекты.

7. Ограничения на факторы, оценивающие степень подготовленности объектов к вводу АС:

$$\sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^e X_{ilw} \leq V^e; \quad e \in B^1; \quad i \in J;$$

$$\sum_{e \in D_u} \sum_{\delta \in O_{\delta u}} R_{ilw}^e X_{ilw} \leq V^e; \quad e \in B^2; \quad w \in W;$$

$$\sum_{w \in W} \sum_{l \in L_{lw}} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^e X_{ilw} \leq V^e; \quad e \in B^3; \quad l \in L;$$

8. Ограничения, на факторы, оценивающие объект с позиции внешней среды:

$$\sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^g X_{ilw} \leq V^g; \quad g \in G^1; \quad i \in J;$$

$$\sum_{e \in D_u} \sum_{\delta \in O_{\delta u}} R_{ilw}^g X_{ilw} \leq V^g; \quad g \in G^2; \quad w \in W;$$

$$\sum_{w \in W} \sum_{l \in L_{lw}} \sum_{i \in J_{lw}} R_{ilw}^g X_{ilw} \leq V^g; \quad g \in G^3; \quad l \in L;$$

Эти неравенства отражают оценку объектов с позиции внешней среды, и эта оценка должна быть не ниже допустимой.

9. Ограничения на переменные задачи:

$$X_{ilw} = \begin{cases} 0, & \text{если разработка не осуществляется} \\ 1, & \text{если разработка осуществляется} \end{cases}$$

Эта группа ограничений накладывает условия неотрицательности и целочисленности на значения переменных.

10. Ограничения по плану создаваемых АС в одной группе объектов:

$$\sum_{w \in W} \sum_{i \in J_{lw}} X_{ilw} \geq 1; \quad l \in L.$$

Которое позволяет получить в решении необходимое количество создаваемых АС:

$$\sum_{w \in W} \sum_{l \in L} \Theta_{ilw} X_{ilw} \rightarrow \max.$$

Заключение

Модель выбора первоочередных объектов для создания АС и применения информационных технологий предполагает, как определяющий фактор, наличие критерия оптимальности, в соответствии с которым формируются темпы работ по созданию АС. В общем случае в качестве такого критерия выступает народнохозяйственная эффективность в предположении, что осуществление плана применения средств вычислительной техники и информатики и создания АС приведет к ожидаемым результатам. Эффективность вложений в создание АС и применение информационно-коммуникационных технологий определяется нормативным коэффициентом эффективности, и их величина должна быть такой, чтобы их использование позволяло произвести отбор объектов не только с учетом экономических, но и социальных факторов.

Список литературы

1. Кабулов В.К., Ирматов И.И. Методологические основы РАСУ. Ташкент: Фан, 1976. 173 с.
2. Глушков В.М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. М.: Статистика, 1975.
3. Кабулов В.К. Алгоритмизация в социально-экономических системах. Ташкент: Фан, 1984.
4. Технология принятия управленческих решений / Е.П. Голубков. М.: Издательство «Дело и Сервис», 2005. 544 с.

MODELING OF THE PROCESSES OF SELECTING AUTOMATIC OBJECTS

D. Ohunov
Cand. Sci. (Econ.)
mamatdilshod@rambler.ru
Fergana

Ferghana Branch of the Tashkent University
of Information Technologies

Abstract. To effectively use the achievements of modern information technology, meet the requirements for the quality of automated systems (AC), it is necessary to carefully plan the entire process of creating and developing AS, including design works. This raises the need to develop a set of methods that support all aspects of the processes of creating and developing AS, managing design work. Only then can you rationally use resources and effectively monitor the results. In this article, methods and models for evaluating and selecting automated objects are proposed for the implementation of management processes for the creation and development of information systems and individual local automated systems.

Keywords: information technology, automated system, automated object, integer programming, objective function, technical means, information support, costs.

References

1. Kabulov V.K., Irmatov I.I. (1976) Metodologicheskie osnovy` RASU [Methodological basis of the RACU]. Tashkent: Fan. 173 p.
2. Glushkov V.M. (1975) Makroe`konomicheskie modeli i printcipy` postroeniia OGAS [Macroeconomic models and principles of building OGAS]. M.: Statistika.
3. Kabulov V.K. (1984) Algoritmizatsiia v sotcial`no-e`konomicheskikh sistemakh [Algorithmization in socio-economic systems]. Tashkent: Fan.
4. Golubkov E.P. (2005) Tekhnologiia priniatiia upravlencheskikh reshenii` [Technology of making managerial decisions]. M.: Izdatel'stvo «Delo i Servis». 544 p.

УДК 622.012 | **РАЗРАБОТКА НОВЫХ СТРУКТУР
ИНФОРМАТИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

Андрей Андреевич Соколов доцент, к.т.н. asklv@mail.ru г. Владикавказ	Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)
Оксана Александровна Соколова старший преподаватель г. Владикавказ	Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)
Станислав Сергеевич Бережной магистрант г. Владикавказ	Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)

Аннотация. В статье рассмотрен принцип организации и работы структуры системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду, приведены примеры апробации системы с применением GIS-технологий, произведена экспертная оценка критериев эффективности ее работы. Предложенная структура системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду позволит решить проблему по обеспечении информативности мониторинга техногенного цикла горного предприятия с визуализацией распространения загрязнений и выработкой решений для ЛПР по сохранению окружающей среды, путем корректировки технологических процессов. Для решения указанной проблемы авторами была разработана структура новой информационной системы позволяющая оперативно осуществлять мониторинг и оценку техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду. В состав предложенной автором информационной системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду, входят: центр оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду, средства формирования и управления базами данных, средства постоянно действующего моделирования, геоинформационные и информационно-измерительная системы, подсистемы поддержки принятия решений и технический комплекс передачи информационных потоков. Комплексное внедрение предложенной системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду совместно с разработанным информационным обеспечением актуально не только для отдельных регионов Российской Федерации, но с учетом внесения специфических особенностей каждого региона по техногенному влиянию на окружающую среду в базы данных и для России в целом, что создаст необходимые предпосылки для перехода к парадигме устойчивого развития горных территорий.

Ключевые слова: информационная система, оценка влияния, анализ влияния, программное обеспечение, базы данных.

Введение. Одной из важнейших составляющих мониторинга – непрерывного процесса наблюдения и регистрации параметров объекта, в сравнении с заданными критериями является информативность, которая в настоящей статье рассмотрена как характеристика полноты и своевременности поступления информации о техногенных воздействиях предприятий и ее адекватной обработки для прогнозирования экологиче-

ских последствий. Несмотря на наличие достаточного количества научно-исследовательских работ, практических разработок и публикаций по информационному обеспечению мониторинга техногенного влияния промышленности на окружающую среду, не создана универсальная система оценки техногенности объекта учитывающая всю совокупность явлений, процессов, факторов техногенного влияния на окружающую среду и социум, сопутствующих технологическим процессам предприятия, объединенных далее общим понятием «техногенный цикл», поскольку имеют место следующие недостатки [1-5]:

- отсутствие достаточности информации по техногенному влиянию технологических процессов, позволяющей учитывать необходимость обеспечения режима реального времени мониторинга и прогнозирования возможных последствий;
- отсутствие полноты информации, адекватно отражающей последовательность этапов экологических воздействий предприятия ГМК на окружающую среду;
- отсутствие ранжирования по важности измеряемых параметров с точки зрения мониторинга техногенного влияния технологических процессов горного предприятия.

Все вышеперечисленное не гарантирует полноту и своевременность поступления информации о техногенном влиянии горного предприятия и ее адекватной обработки для прогнозирования экологических последствий [6-9]. В связи с этим решение проблемы, заключающейся в обеспечении информативности мониторинга техногенного цикла горного предприятия, является актуальным и подчеркивает ее важное хозяйственное значение для горно-металлургической отрасли Российской Федерации.

Основная часть. Для решения указанной проблемы авторами была разработана структура новой информационной системы позволяющая оперативно осуществлять мониторинг и оценку техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду. В состав предложенной автором информационной системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду, представленной на рисунке 1, входят: центр оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду, средства формирования и управления базами данных, средства постоянно действующего моделирования, геоинформационные и информационно-измерительная системы, подсистемы поддержки принятия решений и технический комплекс передачи информационных потоков [10-14]. Функции предлагаемой авторами системы включают в себя:

- сбор массивов информации со всех составляющих техногенного цикла горно-металлургического комплекса посредством ИИС по всем параметрам, формирующим техногенную обстановку;
- создание баз данных и обработку информации по результатам расчетов математических моделей отдельных этапов и всего техногенного процесса в целом;
- оптимизацию передачи и обработки информационных потоков по оригинальной оптимизационной модели;
- анализ комплексного показателя всего техногенного цикла и принятие управляющих решений по устранению выявленных нарушений стабильности промышленно-техногенной системы;
- визуализацию информации с территориальной привязкой к отдельным этапам техногенного цикла;
- выявление аварийных режимов работы горно-металлургического комплекса по параметрам техногенного цикла;
- прогнозирование возможного распространения загрязняющих веществ по всей исследуемой территории в случае возникновения аварийных ситуаций.

Далее для повышения эффективности обработки и анализа информации авторами были предложены программы для ЭВМ, которые позволили обеспечить достаточную инфор-

мативность системы информационного обеспечения мониторинга техногенных циклов для последующей оценки техногенного влияния работающие на основе алгоритмов поддержки принятия решений, представленных рисунке 2.

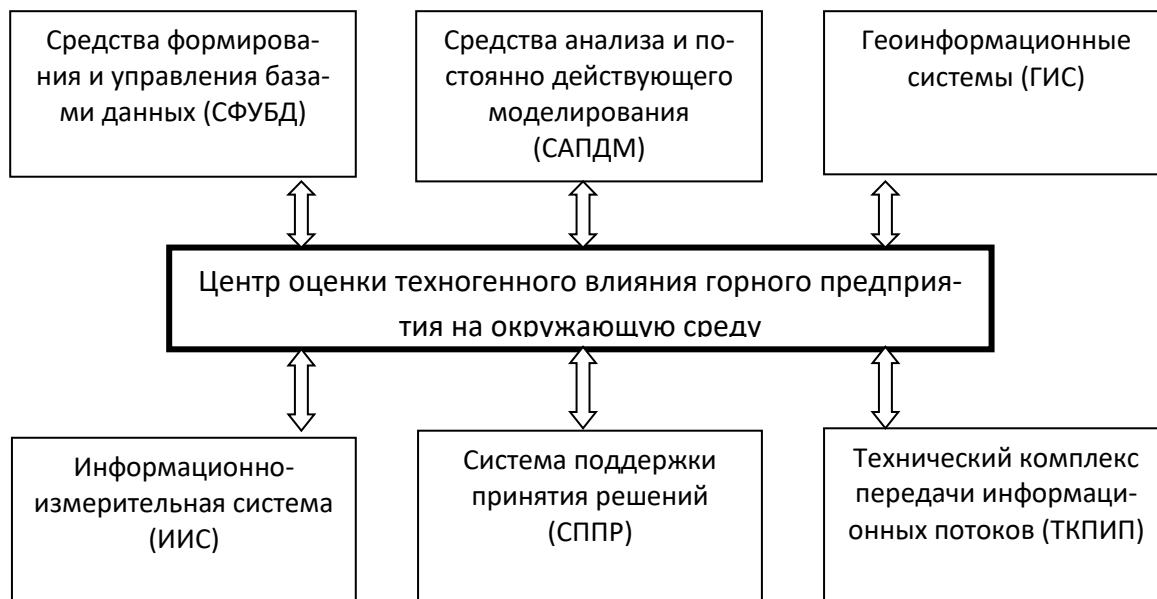


Рисунок 1 – Структура системы автоматизированной обработки информации по техногенным циклам

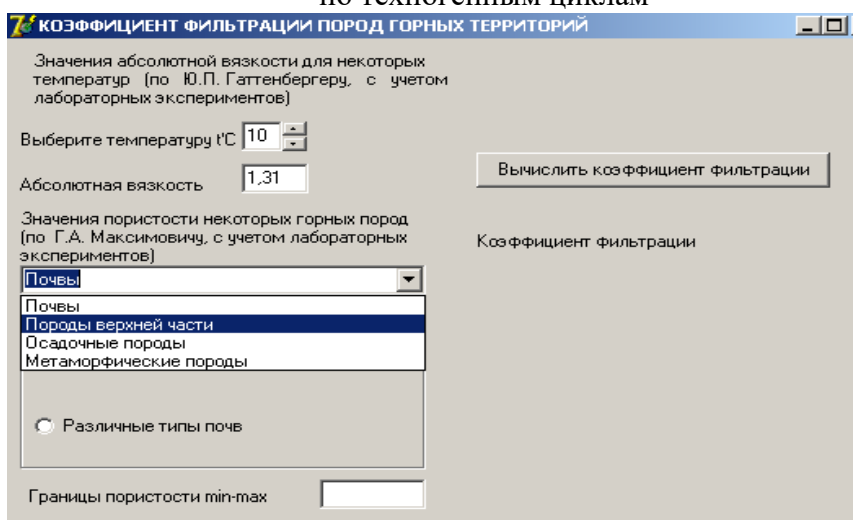


Рисунок 2 – Интерфейс программы

С добавлением специфических особенностей, касающихся индивидуальных показателей техногенности горного предприятия разработанное программное обеспечение может быть использовано практически в любом географическом районе Российской Федерации. Программно-алгоритмическое обеспечение является совместимым с существующими в настоящее время операционными системами, применяемыми в современных информационных системах и предусматривают защиту от ошибок персонала (человеческий фактор). Представленное программно-алгоритмическое обеспечение информационных систем позволяют лицу, принимающему решение (далее ЛПР), производить оценку техногенного влияния горно-металлургического предприятия на окружающую среду по следующим параметрам:

- выбросам веществ разных классов опасности;

- выбросов твердых и жидких веществ в систему «предприятие ГМК – внешняя среда»;
 - концентрации техногенных выбросов в почвах и грунтовых водах системы «предприятие ГМК – внешняя среда» на заданном участке системы с географической привязкой к местности, а также производить ранжирование установленных аномальных концентраций техногенных выбросов с географической привязкой местности; сравнивать между собой, установленные аномальные концентрации техногенных выбросов (например, по объему); демонстрировать непосредственно исследуемый участок подсистемы на карте.

Участки с выявленными в результате оценки негативного влияния горного предприятия на окружающую среду выделены разным цветом, в зависимости от величины нарушения устойчивости система предлагает ЛПР различные инженерные решения по уменьшению техногенного влияния горно-металлургического предприятия на окружающую среду путем корректировки технологических процессов – смотри таблицу 1.

Таблица 1 - Рекомендации по снижению техногенного влияния

/п	Характеристика техногенного загрязнения	Комплекс мероприятий, предлагаемых для снижения техногенного влияния
	2	3
	Допустимое	Мероприятия по контролю загрязнения
	Умеренно опасное	Решения по существующему опыту сохранения устойчивости при аналогичных ситуациях
	Опасное	Совершенствование промышленных технологий
		Мероприятия по обеспечению экологической безопасности
	Чрезвычайно опасное	Мероприятия по реабилитации ПТГС
		Проектирование и строительство специальных инженерных сооружений
		Мероприятия по обеспечению экологической безопасности

Заключение. Предложенная структуры системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду позволит решить проблему по обеспечении информативности мониторинга техногенного цикла горного предприятия с визуализацией распространения загрязнений и выработкой решений для ЛПР по сохранению окружающей среды, путем корректировки технологических процессов. Комплексное внедрение предложенной системы оценки техногенного влияния горного предприятия на окружающую среду совместно с разработанным информационным обеспечением актуально не только для отдельных регионов Российской Федерации, но с учетом внесения специфических особенностей каждого региона по техногенному влиянию на окружающую среду в базы данных и для России в целом [13], что создаст необходимые предпосылки для перехода к парадигме устойчивого развития горных территорий.

Список литературы

1. Гроппен В.О., Проскурин А.Е., Соколова Е.А. Способ компрессии и декомпрессии статических изображений и видеоинформации в цифровой форме. Патент на изобретение RUS 2339082. 03.08.2007.
2. Кумаритов, А.М. Геоинформационная система мониторинга экологической обстановки в районе внутригородских промышленных объектов [Текст] / А.М. Кумаритов, Е.А. Соколова, А.А. Соколов // Горный журнал. 2016. № 2. С. 94–96.
3. Петров Ю.С., Габараев О.З., Соколов А.А. Обобщенная оценка влияния горного предприятия на окружающую природную среду. Горный журнал. 2015. №8. С. 25-27.
4. Соколов, А.А. Алгоритмы управления устойчивостью системы «предприятие горно-металлургического комплекса – внешняя среда» [Текст] / А.А. Соколов, А.С. Мирошников, Е.А Соколова // Горный журнал. 2016. № 12. С. 83–86.
5. Соколов А.А. Моделирование скорости распространения вредных веществ подземными водами в окружающей среде. В сборнике: Региональные проблемы экологии: пути решения материалы IV международного экологического симпозиума. 2007. С. 90-93.
6. Соколов А.А. К проблеме электрического моделирования фильтрации грунтовых вод. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2009. Т. 84. №1. С. 69-71.
7. Соколов А.А., Соколова О.А., Соколова Е.А. Разработка стенда для исследования и моделирования экологических рисков. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 7. С. 169-172.
8. Соколова Е.А. Использование теоретико-множественного подхода для поиска необходимого контента по атрибутам и ключевым словам. Фундаментальные исследования. 2013. № 8-6. С. 1360-1363
9. Соколова Е.А. К проблеме повышения эффективности компрессии изображений. Безопасность информационных технологий. 2008. № 2. С. 57-60.

DEVELOPMENT OF NEW STRUCTURES OF INFORMATIZATIONS SYSTEMS OF MONITORING

A.A. Sokolov
Cand. Sci. (Eng.), associate professor
asklv@mail.ru
Vladikavkaz

O.A. Sokolova
Senior Lecturer
Vladikavkaz

S.S. Berezhnoy
master
Vladikavkaz

North Caucasian Institute of Mining and
Metallurgy (State Technological University)

North Caucasian Institute of Mining and
Metallurgy (State Technological University)

North Caucasian Institute of Mining and
Metallurgy (State Technological University)

Abstract. In article the principle of the organization and work of structure of system of assessment of technogenic influence of the mountain enterprise on the environment is considered, examples of approbation of system with use of GIS technologies are given, expert assessment of criteria of efficiency of her work is made. Offered structures of system of assessment of technogenic influence of the mountain enterprise on the environment will allow to solve a problem after ensuring informational content of monitoring of a technogenic cycle of the mountain enterprise with visualization of distribution of pollution and development of decisions for the decision-maker on preservation of the environment, by cor-

rection of technological processes. For the solution of the specified problem authors have developed the structure of a new information system allowing to carry out quickly monitoring and assessment of technogenic influence of the mountain enterprise on the environment. Enter into structure of the information system of assessment of technogenic influence of the mountain enterprise on the environment offered by the author: appraisal center of technogenic influence of the mountain enterprise on the environment, means of formation and management of databases, means of permanent modeling, geoinformation and information and measuring systems, subsystems of support of decision-making and technical complex of transfer of information streams. Complex introduction of the offered system of assessment of technogenic influence of the mountain enterprise on the environment together with the developed information support is relevant not only for certain regions of the Russian Federation, but taking into account introduction of specific features of each region on technogenic influence on the environment in databases and for Russia that will create necessary prerequisites for transition to a paradigm of sustainable development of mountain territories

Keywords: information system, influence assessment, analysis of influence, software, databases.

References

1. Groppen, V.O., Proskurin, A.E., Sokolova, E.A. (2007) Sposob kompressii i dekompressii staticheskikh izobrazhenij i videoinformacii v cifrovoj forme. Patent na izobretenie [The method of compression and decompression of static images and video information in digital form. Patent for invention]. RUS 2339082. 03.08.2007.
2. Kumaritov, A.M. (2016) Geoinformacionnaja sistema monitoringa jekologicheskoy obstanovki v rajone vnutrigorodskih promyshlennykh obektov [Geoinformation system for monitoring the environmental situation in the area of intracity industrial facilities] / A.M. Kumaritov, E.A. Sokolova, A.A. Sokolov // Gornyj zhurnal. № 2. S. 94–96.
3. Petrov, Ju.S., Gabaraev, O.Z., Sokolov, A.A. (2015) Obobshhennaja ocenka vlijanija gornogo predpriyatija na okruzhajushhuju prirodnuju sredu. [Generalized assessment of the impact of a mining enterprise on the environment.] Gornyj zhurnal. №8. S. 25-27.
4. Sokolov, A.A. (2016) Algoritmy upravlenija ustojchivost'ju sistemy «predpriyatie gornometallurgicheskogo kompleksa – vneshnjaja sreda» [Algorithms for managing the stability of the system "enterprise of the mining and metallurgical complex - the external environment"] A.A. Sokolov, A.S. Miroshnikov, E.A Sokolova // Gornyj zhurnal. № 12. S. 83–86.
5. Sokolov, A.A. (2007) Modelirovanie skorosti rasprostranenija vrednykh veshhestv podzemnymi vodami v okruzhajushhej srede. [Modeling the rate of the spread of harmful substances by groundwater in the environment]. V sbornike: Regional'nye problemy jekologii: puti reshenija materialy IV mezhdunarodnogo jekologicheskogo simpoziuma. S. 90-93.
6. Sokolov, A.A. (2009) K probleme jelektricheskogo modelirovanija fil'tracii gruntovykh vod. [To the problem of electrical modeling of groundwater filtration] Bjulleten' Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. Otdel geologicheskij. T. 84. №1. S. 69-71.
7. Sokolov, A.A., Sokolova, O.A., Sokolova, E.A. (2009) Razrabotka stenda dlja issledovanija i modelirovanija jekologicheskikh riskov [Development of a stand for research and modeling of environmental risks] Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. №7.p.169-172.
8. Sokolova, E.A. (2013) Ispol'zovanie teoretiko-mnozhestvennogo podhoda dlja poiska neobhodimogo kontenta po atributam i kljuchevym slovam. [Use the set-theoretic approach to find the necessary content by attributes and keywords] Fundamental'nye issledovanij. № 8-6. S. 1360-1363
9. Sokolova, E.A. (2008) K probleme povyshenija jeffektivnosti kompressii izobrazhenij. [To the problem of increasing the efficiency of image compression] Bezopasnost' informacionnykh tehnologij. № 2. S. 57-60.

**УДК 004 | МЕТОДЫ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ
АСИНХРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ****Залина Германовна Цараева**к.п.н., доцент
zali6060@mail.ru
г. Владикавказ

Северо-Кавказский

горно-металлургический институт
(государственный технологический
университет)

Аннотация. Данная статья посвящена проблемам выбора оптимальной модели асинхронной передачи данных. Компьютерные сети аккумулируют все лучшее, что создано и создается в области вычислительной техники и информационных технологий. Важное значение имеет решение вопросов экономичности по отношению к пропускным способностям современных технологий и инфраструктур, особенно для глобальных сетей.

Ключевые слова: сети, ретрансляция, сегментация, физическая и логическая структуризация, инфраструктура, протокол, трафик, мультимедийный.

В последние годы наметилась тенденция отказа от разделяемых сред передачи данных в локальных сетях. Это связано с тем, что за достигаемое таким образом снижение стоимости сети приходится расплачиваться производительностью. Наиболее важной проблемой остается проблема перераспределения передаваемого трафика между различными физическими сегментами сети. Для решения данной проблемы приходится отказываться от идеи общей разделяемой среды в пределах всей сети. Пропускная способность линий связи между отделами не должна совпадать с пропускной способностью среды внутри отделов.

Трафик компьютерных данных характеризуется крайне неравномерной интенсивностью поступления сообщений в сеть при отсутствии жестких требований к синхронности доставки этих сообщений. [3] Все алгоритмы компьютерной связи, соответствующие протоколы и коммуникационное оборудование были рассчитаны именно на такой "пульсирующий" характер трафика. Особую сложность представляет совмещение в одной сети традиционного компьютерного и мультимедийного трафика. Сегодня затрачиваются большие усилия по созданию сетей, которые не ущемляют интересы одного из типов трафика. Наиболее близки к этой цели сети на основе технологии АТМ (Asynchronous Transfer Mode), разработчики которой изначально учитывали случай сосуществования разных типов трафика в одной сети.

Технология АТМ является одной из самых перспективных технологий построения высокоскоростных сетей. Главное отличие ее от других телекоммуникационных технологий заключается в высокой скорости передачи информации, причем привязка к какой-либо одной скорости отсутствует. Важно и то, что АТМ-сети совмещают функции глобальных и локальных сетей, обеспечивая идеальные условия для «прозрачной» транспортировки различных видов трафиков и доступа к услугам и службам взаимодействующих с сетью АТМ-сетей. [5]

Существует два основных подхода к обеспечению качества работы сети. Первый состоит в том, что сеть гарантирует пользователю соблюдение некоторой числовой величины показателя качества обслуживания. При втором подходе "best effort", то есть сервис "с максимальными усилиями", сеть старается по возможности более качественно обслужить пользователя, но ничего при этом не гарантирует.

Очевидно, что сервис "с максимальными усилиями" обеспечивает приемлемое качество обслуживания только в тех случаях, когда производительность сети намного превышает средние потребности, то есть является избыточной. В такой сети пропускная способность достаточна даже для поддержания трафика пиковых периодов нагрузки. Понятно, что такое решение не экономично — по крайней мере, по отношению к пропускным способностям сегодняшних технологий и инфраструктур, особенно для глобальных сетей. [1]

Для решения указанных проблем могут быть использованы сети и технологии Frame Relay (ретрансляция кадров). Протокол FR — это интерфейс доступа к сетям быстрой коммутации пакетов. Он позволяет эффективно передавать крайне неравномерно распределенный во времени трафик. Отличительные особенности протокола FR: малое время задержки при передаче информации через сеть, высокие скорости передачи, «высокая степень связности», эффективное использование полосы пропускания. [2]

К новому классу оборудования относятся мультимедийные пакетные коммутаторы. Технология FR и в будущем сохранит свои преимущества и актуальность, поскольку она обеспечивает идеальный доступ к высокоскоростной магистральной АТМ-сети по низкоскоростным каналам связи. [4] Эта технология в настоящее время является наиболее эффективной для приложений, связанных с интеграцией неравномерного (пульсирующего) трафика локальных сетей и чувствительной к задержке голосовой информации. В режиме АТМ могут быть четыре класса трафика, два из которых используют асинхронный трафик:

Класс С - асинхронный трафик с переменной скоростью передачи и с предварительным установлением соединения. Здесь синхронизация аппаратуры отправителя и получателя не требуется. Такой способ передачи необходим в сетях с коммутацией пакетов (сети X.25, Internet, сети с ретрансляцией кадров). Трафик класса С, видимо, станет основным для передачи данных в глобальных сетях.

Класс D - асинхронный трафик с переменной скоростью передачи и без установления соединения. Протокол, управляющий доставкой трафика класса D, разработан для обеспечения многобитовой коммутации данных (SMDS) без установления соединения. В этом протоколе предусматривается использование кадров переменной длины: с помощью передатчика каждый кадр SMDS делится на сегменты фиксированного размера, которые помещаются в АТМ-ячейки; приемник собирает сегменты в исходный кадр, завершая таким образом процесс, который называется *сегментацией* и *сборкой*.

Асинхронная передача данных состоит в том, что допускаются любые промежутки времени между передаваемыми сигналами и используется специальный формат представления каждого символа. (Рис. 1)

Стандартный формат асинхронной передачи данных, используемый в ЭВМ, содержит n пересылаемых бит информации (при пересылке символов n равно 7 или 8 битам) и 3-4 дополнительных бита: стартовый бит, бит контроля четности (или нечетности) и 1 или 2 стоповых бита. Бит четности (или нечетности) может отсутствовать. Когда передатчик бездействует (данные не посылаются на линию), на линии сохраняется уровень сигнала, соответствующий логической 1. Передатчик может начать пересылку символа в любой момент времени посредством генерирования стартового бита, т. е. перевода линии в состояние логического 0 на время, точно равное времени передачи бита. Затем происходит передача битов символа, начиная с младшего значащего бита, за которым следует дополнительный бит контроля по четности или нечетности. Далее с помощью стопового бита линия переводится в состояние логической 1. При единичном бите контроля стоповый бит не изменяет состояния сигнала на линии. Состояние логи-

ческой 1 должно поддерживаться в течение промежутка времени, равного 1 или 2 временам передачи бита.

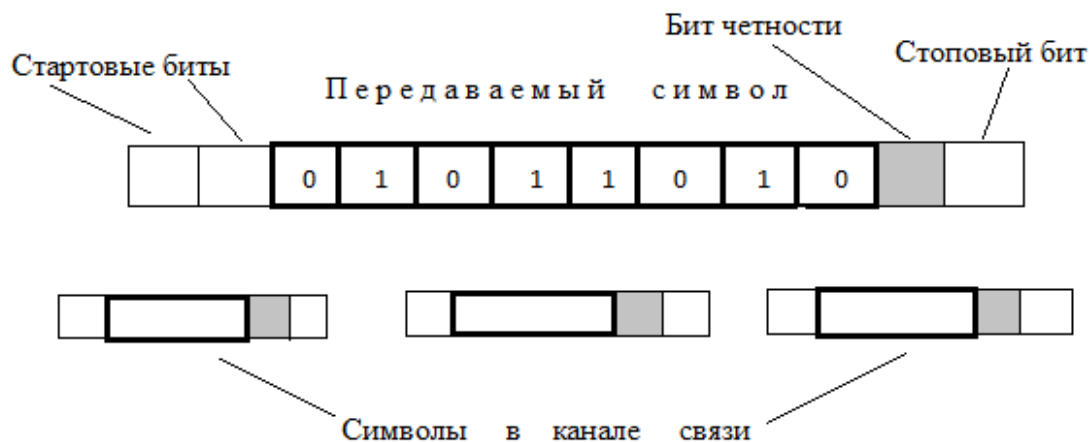


Рис.1. Асинхронная передача данных

Сразу после стоповых бит передатчик может посылать новый стартовый бит, если имеется другой символ для передачи; в противном случае уровень логической 1 может сохраняться на протяжении всего времени, пока бездействует передатчик. Новый стартовый бит может быть послан в любой момент времени после окончания стопового бита, например, через промежуток времени, равный 0.43 или 1.5 времени передачи бита.

При асинхронной передаче различают три типа ошибок: ошибка кадра, паритета (чет или нечет) и переполнения. Если на месте стопового бита обнаруживается низкий уровень, то это указывает на наличие ошибки кадра. При поступлении информации по линии связи до ввода предыдущей кодовой посылки из Универсального асинхронного приёмопередатчика (УАПП) в ПК происходит ошибка переполнения (перегрузки). И, наоборот, если ПК выводят информацию, а она по какой-то причине не считана в линию связи, то это также указывает на ошибку, связанную с перегрузкой УАПП.

Указанные три типа ошибок обнаруживает УАПП, предназначенный для организации связи с другими цифровыми устройствами. УАПП преобразует передаваемые данные в последовательный вид так, чтобы было возможно передать их по одной физической цифровой линии другому аналогичному устройству. Метод преобразования хорошо стандартизован и широко применяется в компьютерной технике (особенно во встраиваемых устройствах и системах на кристалле (SoC)). Этот узел вычислительных устройств представляет собой логическую схему, с одной стороны подключённую к шине вычислительного устройства, а с другой имеющую два или более выводов для внешнего соединения. УАПП также используется для передачи данных через последовательный порт компьютера, часто встраивается в микроконтроллеры.

Асинхронный режим передачи данных - это ориентированная на установление связи высокоскоростная сеть с гибко программируемой скоростью передачи информации, издавна используемая в системах безопасности и приобретающая все большее значение в этой области. Многочисленные производители сетевых продуктов предлагают изделия для этой весьма перспективной технологии связи и передачи данных. Решающим фактором повышенного интереса к асинхронному режиму передачи стала наряду с хорошей масштабируемостью, то есть гибкой подгонкой ширины полосы пропускания, оптимально отвечающей конкретному применению, еще и высокая скорость, с которой действует этот способ передачи при работе с мультимедийными данными. Современные скорости передачи от 2 до 155 Мбит/сек в долгосрочной перспективе предстоит повысить до 2,4 Гбит/сек.

Еще и по этой причине асинхронный режим передачи рассматривается многими производителями и пользователями в качестве ключевой технологии, ибо в таком случае глобальные (WAN) и локальные (LAN) вычислительные сети смогут интегрироваться без особых осложнений. Это делает излишним применение так называемых шлюзов для преобразования протоколов между несовместимыми сетевыми технологиями. Асинхронный режим является наиболее распространенным для подключения терминалов, его поддерживают последовательные порты (Com-порты) персонального компьютера (интерфейс RS-232C). Современные высокоскоростные последовательные интерфейсы USB и Firewire могут работать как в асинхронном, так и в синхронном режимах. Проведенный анализ характеристик асинхронного режима позволяет сделать вывод, что его применение в компьютерных сетях имеет большие перспективы в будущем.

Список литературы

1. Гагин А. Сервисы Интернет – практическое рассмотрение. М.: Jet Infosystems, 1996.
2. Иванова Т.И. Корпоративные сети связи. М.: Эко Трендз. 2001. 279с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии протоколы. СПб.: Питер, 2010, 916 с.
4. Пятибратов А.П., Гудыно Л.П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. М.: «Финансы и статистика». 2006. 380 с.
5. Шиндер Д.Л. Основы компьютерных сетей. М.: СПб., Киев. 2003. 615 с.

METHODS FOR SELECTING THE OPTIMAL MODEL FOR ASYNCHRONOUS DATA TRANSMISSION

Z. Tsaraeva

Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
zali6060@mail.ru
Vladikavkaz

North Caucasus Mining
and Metallurgical Institute
(State Technological University)

Abstract. This article is devoted to the problems of choosing the optimal model of asynchronous data transmission. Computer networks accumulate all the best that is created and creating in the field of computer technology and information technology. It is important to address the issues of economy with respect to the bandwidth of today's technologies and infrastructures, especially for global networks.

Keywords: networks, retransmission, segmentation, physical and logical structuring, infrastructure, protocol, traffic, multimedia.

References

1. Gagin, A. (1996) Servisy` Internet – prakticheskoe rassmotrenie [Services Internet - practical consideration]. M: Jet Infosystems.
2. Ivanova, T.I. (2001) Korporativny`e seti svyazi [Corporate communication networks]. Moscow: Eco Trends, 279p.
3. Olifer, V.G., Olifer, N.A. (2010) Komp`iuterny`e seti. Printcipy`, tekhnologii protokoly` [Computer networks. Principles, technology protocols]. St. Petersburg: Peter, 916p.
4. Pyatibratov, A.P., Gudyno, L.P., Kirichenko, A.A. (2006) Vy`chislitel`ny`e sistemy`, seti i telekommunikatsii [Computing systems, networks and telecommunications]. Moscow, "Finances and Statistics", p.380.
5. Shinder, D.L. (2003) Osnovy` komp`iuterny`kh setei` [Fundamentals of computer networks]. Moscow: - St. Petersburg, Kiev, 615p.

УДК
004.75

**АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ
БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ**

Дмитрий Анатольевич Таров
к.п.н., доцент
tarov1970@rambler.ru
г. Елец

Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Аннотация. В статье обосновывается и излагается алгоритм распределения функций безопасности распределенной вычислительной сети. При разработке распределения функций безопасности автор предлагает исходить из соотношения «пропускная способность канала /стоимость аппаратного и программного обеспечения», что придает алгоритму определенную гибкость. Статья содержит покомпонентное описание алгоритма и его подробную блок-схему. Автором предложены рекомендации, целью которых служит повышение пропускной способности канала как в случае низкоскоростного, так и высокоскоростного каналов. В статье рассмотрена работа алгоритма распределения функций безопасности распределенной вычислительной сети на примере корпоративной сети, построенной по принципу распределенной информационно-вычислительной системы на базе технологии локальных вычислительных сетей и организационно представляющей собой несколько функциональных контуров, объединенных в единый комплекс. Комплекс состоит из локальной вычислительной сети главного офиса, локальной вычислительной сети удаленной площадки (в том же населенном пункте) и локальной вычислительной сети удаленного офиса (в другом населенном пункте) Физически связь между офисами осуществляется через Интернет, доступ в который предоставляется различными провайдерами. Связь главного офиса с удаленной площадкой осуществляется через обычный модем по выделенной линии. Статья содержит конкретные рекомендации по аппаратным и программным компонентам защищаемой сети, организации шифрования внутрисетевого трафика, основанные на комплексе руководящих документов по защите от несанкционированного доступа, разработанный Гостехкомиссией при Президенте РФ. Предлагаемая автором конфигурация защищает сеть от несанкционированного стороннего анализа сетевого трафика, подмены одного из участников TCP-соединения, а также от угрозы отказа в обслуживании со стороны внешней сети.

Ключевые слова: распределенная вычислительная сеть, алгоритм распределения функций безопасности, шифрование внутрисетевого трафика.

Рассмотрим алгоритм распределения функций безопасности по компонентам системы. При разработке распределения функций безопасности будем исходить из соотношения «пропускная способность канала /стоимость аппаратного и программного обеспечения» [1]. Может сложиться ситуация, когда при заданной стоимости достигнута скорость передачи данных, которая может оказаться ниже максимально возможной.

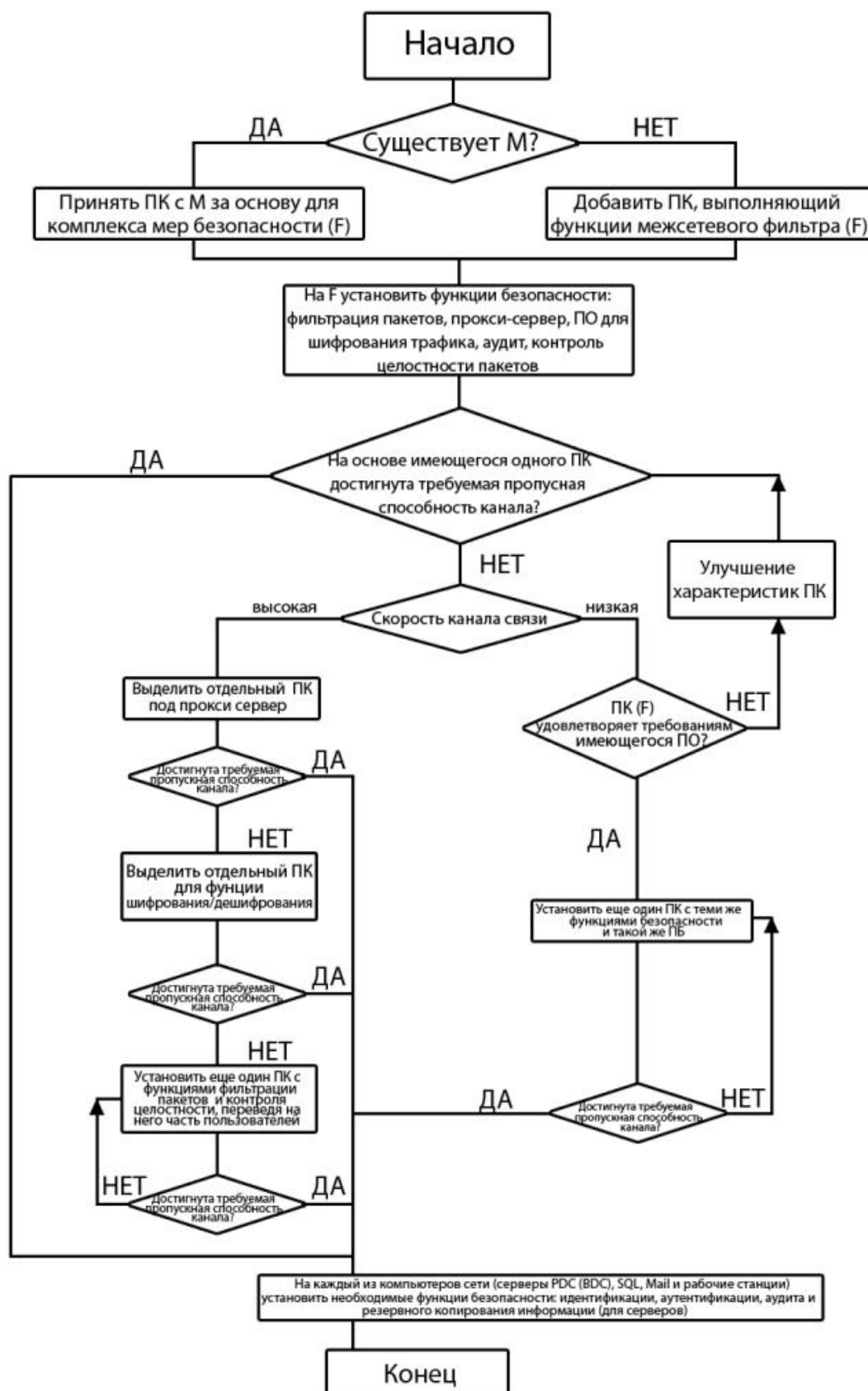


Рис.1. Блок-схема алгоритма распределения функций безопасности распределенной вычислительной сети.

Проектировщик имеет возможность использовать при проектировании архитектуры безопасности распределенной вычислительной сети (АБ РВС) или стоимостные, или скоростные критерии, что придает алгоритму определенную гибкость.

В общем виде предлагаемый алгоритм состоит из следующих практически независимых элементов:

- Построение архитектуры безопасности межсетевых экранов (АБ МЭ) в соответствии с требуемым уровнем защищенности, исходя из соотношения «пропускная способность канала /стоимость аппаратного и программного обеспечения». Обеспечение защитных функций межсетевых экранов.

- Обеспечение надлежащего уровня безопасности на всех имеющихся в РВС контроллерах доменов (PDC).

- Обеспечение безопасности рабочих станций пользователей, в соответствии с требуемым уровнем защиты.

- Обеспечение надлежащего уровня защиты почтовых серверов.

- Организация защиты внутренних WWW- и FTP-серверов, если таковые существуют.

Общая блок-схема такого алгоритма представлена на рис. 1.

Существующий в рассматриваемой системе маршрутизатор можно принять за основу для создаваемого комплекса мер безопасности. Если маршрутизатор отсутствует, то необходимо добавить, по крайней мере, один компьютер, выполняющий функции межсетевого фильтра. После этого, на межсетевого фильтр устанавливаются относящиеся к нему функции безопасности. Если на основе имеющегося компьютера не достигается требуемая пропускная способность канала, то:

- в случае низкоскоростного канала следует рассмотреть возможность ее увеличения путем повышения производительности одного компьютера в соответствии с требованиями установленного программного обеспечения (увеличить мощность процессора, увеличить объем оперативной памяти и т.д.). Если при этом полученная пропускная способность является недостаточной, то необходимо добавить один или несколько компьютеров с тем же набором функций безопасности и такой же политикой безопасности;

- в случае высокоскоростного канала имеет смысл выделить функции прокси-сервера на отдельный компьютер. В случае недостаточного увеличения пропускной способности можно выделить отдельную машину для шифрования/дешифрования трафика. Если вышеперечисленные меры не приносят необходимого результата, то следует добавить один или несколько компьютеров с необходимым набором функций безопасности и такой же политикой безопасности, что приведет к распараллеливанию коммуникационного трафика.

В случае наличия нескольких выходов в незащищенную сеть эти действия необходимо повторить для каждого из имеющихся выходов.

На каждом сервере (контроллере домена) необходимо установить соответствующие функции безопасности:

- идентификация и аутентификация;

- аудит;

- контроль целостности;

- система восстановления после сбоев;

- в случае, если требуется высокий уровень защиты, на каждый сервер необходимо установить средства для шифрования внутрисетевого трафика и, возможно, средства для криптографической защиты информации на дисках.

Изначально предполагается, что система содержит, по крайней мере, один сервер,

и одну рабочую станцию.

На каждой пользовательской рабочей станции необходимо реализовать соответствующие функции безопасности:

- идентификация и аутентификация;
- аудит;
- в случае необходимости высокого уровня защищенности на рабочие станции необходимо установить средства для шифрования сетевого трафика и, в некоторых случаях, средства для криптографической защиты информации на дисках.

На почтовом сервере в зависимости от требуемого уровня защищенности необходимо реализовать следующее:

- идентификация и аутентификация;
- аудит;
- контроль целостности;
- система восстановления после сбоев;
- средства для шифрования данных на дисках.

В зависимости от уровня защищенности на почтовых серверах следует установить почтовые протоколы IMAP или POP, SMTP, при необходимости более высокого уровня защищенности – IMAP через SSL, SMTP через SSL.

На внутренних WWW- и FTP-серверах необходимо установить соответствующие им функции безопасности:

- идентификация и аутентификация;
- аудит;
- контроль целостности;
- система восстановления после сбоев;
- средства для поддержки протокола HTTPS для WWW сервера (SFTP для FTP-сервера);
- средства для криптографической защиты информации на дисках для обеспечения высокого уровня защищенности.

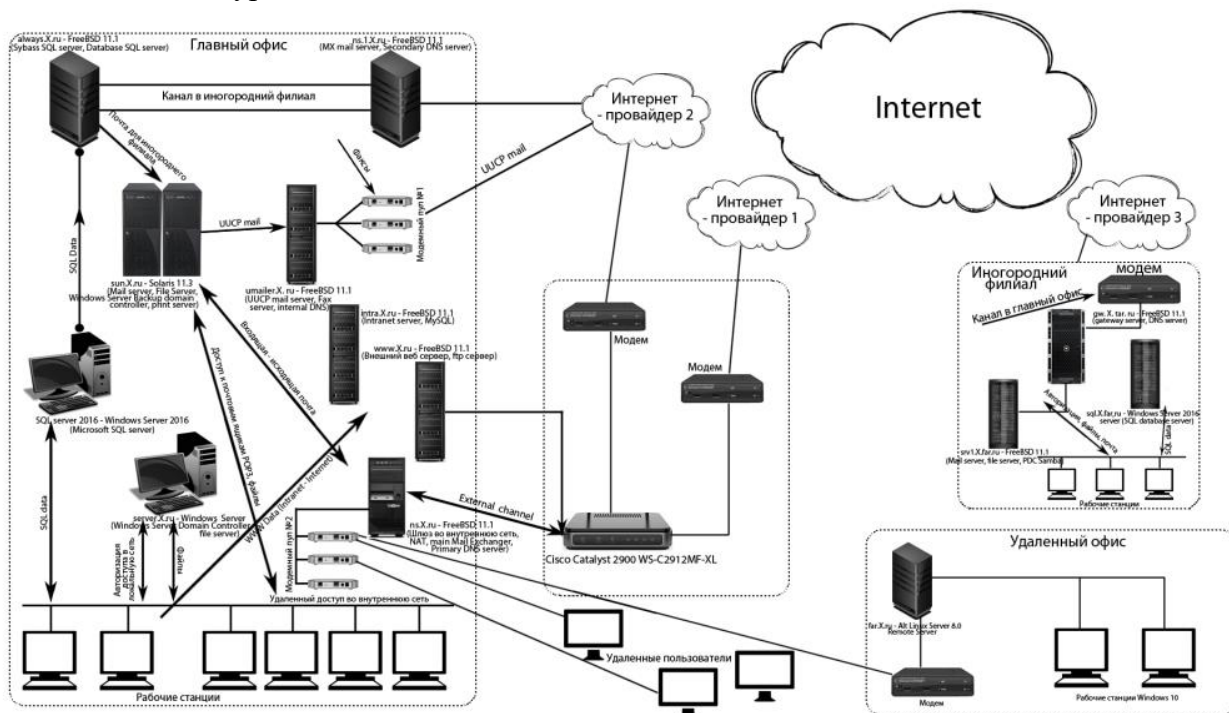


Рис. 2. Пример архитектуры корпоративной сети.

Авторизация прав доступа пользователей происходит в случае обращения к контроллеру домена или почтовому серверу – на соответствующем сервере, в остальных случаях – на контроллере домена.

В качестве примера работы алгоритма рассмотрим РВС некоторой компании, архитектура которой показана на рис. 2.

Корпоративная сеть рассматриваемой компании построена по принципу распределенной информационно-вычислительной системы на базе технологии локальных вычислительных сетей (ЛВС). Организационно сеть представляет собой несколько функциональных контуров, объединенных в единый комплекс. Имеется ЛВС главного офиса, ЛВС удаленной площадки (в том же населенном пункте) и ЛВС удаленного офиса (в другом населенном пункте). Физически связь между офисами осуществляется через Интернет. Доступ в Интернет предоставляется различными провайдерами. Связь главного офиса с удаленной площадкой осуществляется через обычный модем по выделенной линии.

Перечень серверов, рабочих мест и устанавливаемое на них системное ПО приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Функциональное назначение	Системное ПО	Кол-во
SQL Server 2016 – сервер БД	Windows Server 2016, SQL server 2016	1
Sun – mail, BDC, file, print	Solaris 11.3	1
Server – PDC, file, print	Windows Server 2016	1
umailer – UUCP mail, DNS	FreeBSD 11.1	1
Телекоммуникационный сервер nsl.X.ru	FreeBSD 11.1	1
Телекоммуникационный сервер ns.X.ru	FreeBSD 11.1	1
Внутренний WWW-сервер intra.X.ru	FreeBSD 11.1, Apache 2.4, MySQL	1
Внешний WWW-сервер www.X.ru	FreeBSD 11.1, Apache 2.4	1
Телекоммуникационный сервер always.X.ru	FreeBSD 11.1, SyBase IQ, SQL server 2016	1
SRV1-BDC, mail	FreeBSD 11.1, Samba 4.7.5	1
sql.X.far.ru – сервер БД	FreeBSD 11.1	1
Телекоммуникационный сервер gw.X.far.ru	FreeBSD 11.1	1
Телекоммуникационный сервер far.X.ru	Alt Linux Server 8.0	1
Рабочие места главного офиса	Windows 10	12
Рабочие места удаленного офиса	Windows 10	67

В состав сетевого оборудования входят:

- адаптеры для подключения рабочих мест, локальных серверов и серверов к ЛВС;
- коммутаторы для организации взаимодействия между отдельными сегментами ЛВС;
- маршрутизаторы для организации взаимодействия ЛВС с глобальной сетью Интернет.

В качестве основного сетеобразующего оборудования ЛВС главного офиса используется коммутирующий концентратор Cisco Catalyst 2900 WS-C2912MF-XL, имеющий 12 коммутируемых портов Ethernet 100Base-TX. В коммутаторе имеется возможность фильтрации адресов назначения и выбора вариантов коммутации: с промежуточным хранением данных или сквозная.

Для подключения ЛВС к глобальным сетям связи используется маршрутизатор Cisco ISR4321/K9, вынесенный во внешний сегмент этой локальной сети и обеспечивающий подключение по синхронным каналам к двум независимым интернет-провайдерам с помощью модемов для оптоволоконных линий. Управление маршрутизатором осуществляется через порт консоли или по сети по протоколу SNMP.

В качестве исходной точки для разработки системы защиты ресурсов РВС от несанкционированного доступа (НСД) был использован комплекс руководящих документов по НСД, разработанный Гостехкомиссией при Президенте РФ.

На телекоммуникационные сервера ns1.X.ru, ns.X.ru, gw.X.far.ru, а также на внешний WWW-сервер www.X.ru установлен межсетевые экраны (скомпилировано ядро FreeBSD соответствующим образом – с поддержкой IPFW).

Поток данных между главным офисом и филиалом подвергнут шифрованию. Для этого создан зашифрованный канал между телекоммуникационными серверами Always и gw.X.far.ru с использованием алгоритма шифрования Triple DES.

В целях защиты внутренних информационных потоков, а также безопасного удаленного администрирования, на всех серверах под управлением ОС FreeBSD следует установить демон SSHD, обеспечивающий шифрование трафика и отключить демон telnetd. Также на всех серверах под управлением Windows Server 2016 установить программное обеспечение, обеспечивающее шифрование трафика. На сервере SRV1 установлено программное обеспечение, поддерживающее IPsec. На всех серверах и рабочих станциях должен вестись журнал аудита.

Доступ к внутреннему WWW-серверу Intra должен осуществляться по протоколу HTTPS. Доступ к FTP-серверу должен происходить по протоколу SFTP. Чтение почты должно осуществляться по протоколу IMAP4 через SSL или POP3 через SSL.

Предложенная конфигурация защищает сеть от несанкционированного стороннего анализа сетевого трафика, подмены одного из участников TCP-соединения, а также от угрозы отказа в обслуживании со стороны внешней сети.

Список литературы

1. Просихин В.П., Чураев Л.А. Построение алгоритма проектирования архитектуры безопасности распределенных вычислительных систем // Проблемы информационной безопасности высшей школы, МИФИ, 2000, тезисы докладов, с. 126-127.

ALGORITHM OF DISTRIBUTION OF SAFETY FUNCTIONS OF A DISTRIBUTED COMPUTER NETWORK

D.A. Tarov

Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
tarov1970@rambler.ru
Yelets

Bunin Yelets State University

Abstract. The article justifies and outlines the algorithm for distributing the security functions of a distributed computer network. In developing the distribution of safety functions, the author suggests starting from the ratio "channel capacity / cost of hardware and software", which gives the algorithm some flexibility. The article contains an exploded description of the algorithm and its detailed block diagram. The author proposes recommendations aimed at improving the channel capacity of the channel in both low-speed and high-speed channels. The article considers the work of the algorithm for distributing the security functions of a distributed computer network using the example of a corporate network built on the principle of a distributed information and computing system based on the technology of local computer networks and organizationally representing several functional circuits that are integrated into a single complex. The complex consists of a local area network of the main office, a local computer network of a remote site (in the same locality) and a local computer network of a remote office (in another locality). Physical communication between offices is via the Internet, access to which is provided by various providers. The main office is connected to the remote site via an ordinary modem on a dedicated line. The article contains specific recommendations on the hardware and software components of the protected network, the organization of encryption of intranetwork traffic, based on a set of guiding documents for protection against unauthorized access, developed by the State Telecommunications Commission under the President of the Russian Federation. The configuration offered by the author protects the network from unauthorized third-party analysis of network traffic, the substitution of one of the participants of the TCP connection, as well as the threat of denial of service from the external network.

Keywords: distributed computer network, algorithm for distribution of security functions, encryption of intranetwork traffic.

References

1. Proshin, V.P., Churaev, L.A. (2000) Postroenie algoritma proektirovaniia arhitektury` bezopasnosti raspredelenny`kh vy`chislitel`ny`kh sistem [Postroenie algoritma proektirovaniia arhitektury bezopasnosti raspredelennykh vychislitel'nykh system]. // Konferenciya "Problemy infor-macionnoj bezopasnosti vysshej shkoly", MIFI, tezis dokladov, s. 126-127.

УДК
004.432

**РАЗРАБОТКА НАСТРАИВАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
УПРАВЛЕНИЯ WPF**

Дмитрий Игоревич Максимов
ассистент
timonrpm@mail.ru
г. Елец

Елецкий государственный
университет им. И.А. Бунина

Аннотация. В настоящее время при разработке приложений большое внимание стало уделяться дизайну, что в результате привело к появлению элементов управления с нестандартным оформлением и функционалом. Для реализации таких элементов управления используются специальные технологии программирования. В статье представлены принципы создания настраиваемого элемента управления на основе технологии Windows Presentation Foundation (WPF). Данная технология позволяет разрабатывать элементы с различным дизайном, а также добавлять дополнительную функциональность. В качестве примера в статье рассмотрена разработка панели вкладок, характерной для современных приложений.

Ключевые слова: настраиваемый элемент управления; программирование; Windows Presentation Foundation; C#; XAML.

С появлением библиотеки .NET разработчику стало доступно множество технологий для написания приложений. Одной из наиболее важных является библиотека классов для написания Windows-приложений Windows Forms. Эта библиотека позволяет использовать стандартные элементы управления для создания пользовательского интерфейса. Главным недостатком этой технологии является то, что при создании внешнего вида элементов управления она основывается на интерфейсе Windows API, который практически не поддается настройке. Таким образом, создание элемента управления с индивидуальным оформлением представляет собой трудоемкую задачу, решение которой строится на использовании низкоуровневой модели рисования.

В связи с этим, в библиотеку .NET была включена новая технология Windows Presentation Foundation (WPF), которая основана на новой модели отрисовки элементов управления под управлением библиотеки DirectX. Она позволяет применять различные графические как 2D, так и 3D возможности по оформлению интерфейса приложения, а за вывод будет отвечать графический процессор видеокарты [Андерсон, 2008, Петцольд, 2012]. В технологии WPF впервые реализована возможность отделения графического содержимого от кода. Для создания графических объектов в WPF используется специальный язык разметки XAML (Extensible Application Markup Language – расширяемый язык разметки приложений), основанный на XML [Петцольд, 2012, 3]. А программный код пишется на языках C# или Visual Basic. Также WPF позволяет писать приложения традиционно только на основе кода.

Рассмотрим основное преимущество WPF, а именно разработка элемента управления с индивидуальным оформлением и функционалом. В качестве примера будем рассматривать панель вкладок, которая в стандартном виде имеет непривлекательный вид (рис. 1). Также в ней отсутствует возможность закрытия вкладки, что зачастую требуется в разрабатываемых приложениях.

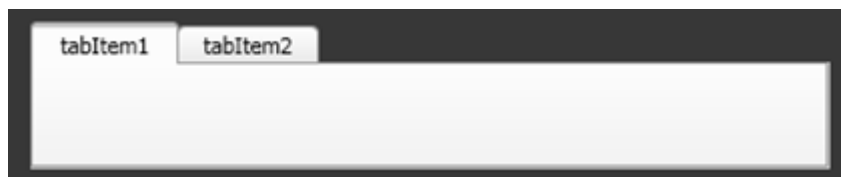


Рис. 1. Стандартный вид панели вкладок

В результате изменения дизайна и добавления новых функций панель будет иметь возможность закрывать вкладки и выбирать одну из вкладок в выпадающем списке (рис. 2).

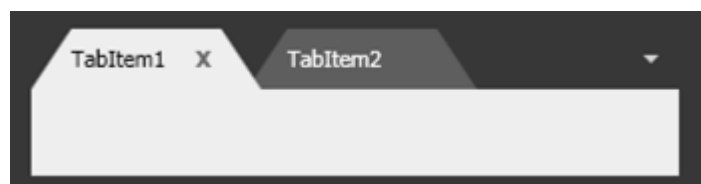


Рис. 2. Измененная панель вкладок

Для реализации данной задачи в Visual Studio создадим новый проект `ApplicationWithCustomTabControl` на языке программирования `C#`, имеющий тип Приложение `WPF`. Добавим в проект новый элемент управления путем вызова пункта меню Проект → Добавить новый элемент. В открывшемся диалоговом окне выбираем Настраиваемый элемент управления (`WPF`) и указываем имя `CustomTabControl.cs`. В результате среда программирования добавит в проект два файла:

- `CustomTabControl.cs`, в котором находится описание класса элемента управления;
- `Generic.xaml`, находящийся в папке `Themes` – шаблон оформления для элемента.

Панель вкладок представляет собой сложный элемент управления и будет состоять из нескольких составляющих:

- Сама панель `CustomTabControl`;
- Вкладки `CustomTabItem`;
- Кнопки закрытия вкладки `CustomButton`;
- Список выбора вкладки `CustomComboBox`.

Кнопка закрытия будет являться составной частью вкладки, а список выбора – панели. Рассмотрим описание стилей всех элементов. Оно будет реализовано в файле `Generic.xaml`. Начнем рассмотрение с более простых элементов, а именно кнопки и списка.

При разработке стиля элемента управления можно производить полное описание вручную, но при данном подходе есть вероятность утери некоторого стандартного функционала элемента. Поэтому лучше использовать уже разработанные шаблоны стандартных элементов и редактировать их. Получить стандартный шаблон можно вставив в окно соответствующий элемент управления и выбрав пункт меню Формат → Изменить стиль → Изменить копию. В результате среда программирования добавит шаблон стиля элемента в раздел `Window.Resources` файла описания окна. После этого элемент можно из окна удалить.

Кнопка закрытия вкладки представляет стандартную кнопку с измененным оформлением, поэтому описание стиля будет основано на стиле элемента `Button`. Получим шаблон стиля этого элемента и перенесем его в файл `Generic.xaml`:

```
<Style x:Key="CustomButton" TargetType="{x:Type Button}">
    ...
</Style>
```

Листинг 1. Шаблон стиля элемента Button

Для кнопки необходимо только изменить оформление путем изменения значений свойств в шаблоне. Основное изменение касается блока `ControlTemplate`, в котором находится описание стиля отображения кнопки:

```
<ControlTemplate TargetType = "{x:Type Button}">
    <Border ...>
        <ContentPresenter .../>
    </Border>
    ...
</ControlTemplate>
```

Листинг 2. Измененный шаблон стиля элемента Button

Стандартная кнопка имеет объемное оформление рамки `ButtonChrome`. В нашем примере необходима плоская кнопка, поэтому изменяем рамку просто на `Border`. Другие изменения касаются только цветового оформления (рис. 3).

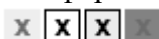


Рис. 3. Состояния кнопки закрытия вкладки

Список выбора вкладки основан на шаблоне элемента `ComboBox`. Стандартный комбинированный список состоит из нескольких частей: кнопка раскрытия списка `ToggleButton`, текстовое поле ввода `TextBox`, а также раскрывающийся список. В рассматриваемом примере текстовое поле ввода не нужно, поэтому его описание можно удалить. Полученный шаблон также переносим в файл `Generic.xaml`:

```
<Style x:Key = "CustomComboBox" TargetType = "{x:Type ComboBox}">
    ...
</Style>
```

Листинг 3. Шаблон стиля элемента ComboBox

Кнопку открытия списка сделаем плоской и установим выравнивание по правому краю:

```
<ControlTemplate TargetType="{x:Type ToggleButton}">
    <Border ...>
        <Grid HorizontalAlignment="Right" Width="{DynamicResource
{x:Static SystemParameters.VerticalScrollBarWidthKey}}">
            <Path x:Name="Arrow" .../>
        </Grid>
    </Border>
    ...
</ControlTemplate>
```

Листинг 4. Измененный шаблон стиля кнопки открытия списка

Теперь необходимо изменить шаблон самого элемента `ComboBox`. В раскрывающемся списке удаляем обрамление тенью (рис. 4):

```

<Popup x:Name="PART_Popup" ...>
  <Border x:Name="DropDownBorder" ...>
    ...
  </Border>
</Popup>

```

Листинг 5. Измененный шаблон стиля раскрывающегося списка



Рис. 4. Список вкладок

Далее рассмотрим оформление вкладки `CustomTabItem` и панели вкладок `CustomTabControl`. Добавим в окно стандартную панель вкладок, выделим в ней вкладку и получим шаблон:

```

<Style x:Key="CustomTabItem" TargetType="{x:Type TabItem}">
  ...
</Style>

```

Листинг 6. Шаблон стиля вкладки TabItem

Вкладка будет состоять из нескольких элементов: два полигона, представляющие скошенные углы вкладки, кнопка закрытия и подпись:

```

<ControlTemplate TargetType="{x:Type TabItem}">
  <Border ...>
    <StackPanel Orientation="Horizontal" ...>
      <Polygon x:Name="pLeft" Fill="{TemplateBinding Background}" Points="0,3 2,0 2,3" StrokeThickness="0"
        Stretch="UniformToFill" Width="20"/>
      <StackPanel Orientation="Horizontal" ...>
        <ContentPresenter x:Name="Content" .../>
        <Button x:Name="PART_buttonClose" Content="X" FontWeight="Bold" Height="18" Width="18" Visibility="Hidden"
          Style="{StaticResource CustomButton}"/>
      </StackPanel>
      <Polygon x:Name="pRight" Fill="{TemplateBinding Background}" Points="0,3 0,0 2,3" StrokeThickness="0"
        Stretch="UniformToFill" Width="20"/>
    </StackPanel>
  </Border>
</ControlTemplate>

```

Листинг 7. Измененный шаблон стиля вкладки TabItem

Кнопка закрытия имеет специальное имя `PART_buttonClose`, так как она будет реализовывать функцию закрытия вкладки. Приставка `PART_` в названии указывает на то, что это обязательная составляющая элемента. В качестве ее стиля указан созданный стиль `CustomButton`.

Поскольку необходимо добавить новый функционал для вкладки, а именно ее закрытие при нажатии на кнопку, то для вкладки создадим в файле `CustomTabControl.cs` класс `CustomTabItem`, производный от `TabItem`:

```
[TemplatePart(Name = "PART_buttonClose", Type = typeof(Button))]
public class CustomTabItem : TabItem
{
    static CustomTabItem()
    {
        DefaultStyleKeyProperty.OverrideMetadata(typeof(CustomTabItem), new FrameworkPropertyMetadata(typeof(CustomTabItem)));
    }
    public override void OnApplyTemplate()
    {
        base.OnApplyTemplate();
        Button buttonClose = (Button)this.Template.FindName("PART_buttonClose", this);
        buttonClose.Click += new RoutedEventHandler(buttonClose_Click);
    }
    private void buttonClose_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
    {
        ItemsControl ic = (ItemsControl)this.Parent;
        ic.Items.Remove(this);
        if (ic.Items.Count == 0)
            ic.Visibility = Visibility.Hidden;
    }
}
```

Листинг 8. Класс вкладки CustomTabItem

Для класса указан атрибут `TemplatePart`, в котором указана обязательная составляющая шаблона – кнопка закрытия вкладки. В конструкторе устанавливается стиль оформления вкладки по умолчанию, т.е. тот, который описан в файле `Generic.xaml`. В классе перегружается метод `OnApplyTemplate()`, который вызывается после применения шаблона оформления к элементу. В этом методе получаем кнопку закрытия из шаблона и добавляем к ней обработчик события нажатия.

Обработчик события `Click` кнопки получает родителя вкладки, а это панель вкладок (или любой другой контейнер, который может включать в себя вкладки) и удаляем текущую вкладку. Если вкладок не осталось после удаления, то скрывает панель вкладок. Для того, чтобы связать созданный шаблон с классом, необходимо в стиле и шаблоне изменить значение целевого типа `TargetType` на `{x:Type local:CustomTabItem}`.

Аналогично добавим стиль для панели вкладок `CustomTabControl`:

```
<Style x:Key="CustomTabControl" TargetType="{x:Type TabControl}">
    ...
</Style>
```

Листинг 9. Шаблон стиля панели TabControl

И изменим его оформление. В данном шаблоне меняем `TabPanel` на `ToolBarPanel`, для того, чтобы вкладки не выстраивались в несколько рядов. Также добавляем в шаблон открывающийся список, к которому применяется созданный стиль `CustomComboBox`. Списку присваивается специальное имя `PART_comboBoxTabs`, поскольку он будет обязательным в шаблоне:

```

        <ControlTemplate TargetType="{x:Type TabControl}">
            <Grid ...>
                <Grid.ColumnDefinitions>
                    <ColumnDefinition x:Name="ColumnDefinition0"/>
                    <ColumnDefinition x:Name="ColumnDefinition1"
Width="Auto"/>
                </Grid.ColumnDefinitions>
                <Grid.RowDefinitions>
                    <RowDefinition x:Name="RowDefinition0" Height="Auto"/>
                    <RowDefinition x:Name="RowDefinition1" Height="*/>
                </Grid.RowDefinitions>
                <ToolBarPanel Orientation="Horizontal" x:Name="HeaderPanel"
Grid.Column="0" Grid.Row="0" .../>
                <ComboBox Style="{StaticResource CustomComboBox}"
Grid.Column="1" Grid.Row="0" x:Name="PART_comboBoxTabs" Margin="5,0"
Height = "18" Width="18"/>
                <Border x:Name="ContentPanel" Grid.Column="0"
Grid.ColumnSpan="2" Grid.Row="1" ...>
                    <ScrollViewer VerticalScrollBarVisibility = "Auto" Hor-
izontalScrollBarVisibility="Auto">
                        <ContentPresenter x:Name =
"PART_SelectedContentHost" ContentSource="SelectedContent" .../>
                    </ScrollViewer>
                </Border>
            </Grid>
            ...
        </ControlTemplate>

```

Листинг 10. Измененный шаблон стиля панели TabControl

Для реализации нового функционала панели вкладок создадим в файле Custom-TabControl.cs класс CustomTabControl, производный от TabControl:

```

[TemplatePart(Name = "PART_comboBoxTabs", Type = typeof(ComboBox))]
public class CustomTabControl : TabControl
{
    private ComboBox comboBoxTabs;
    static CustomTabControl()
    {
        DefaultStyleKeyProperty.OverrideMetadata(
typeof(CustomTabControl), new FrameworkPropertyMetadata(
typeof(CustomTabControl)));
    }
    public override void OnApplyTemplate()
    {
        base.OnApplyTemplate();
        comboBoxTabs = (Com-
boBox)this.Template.FindName("PART_comboBoxTabs", this);
        comboBoxTabs.SelectionChanged += new SelectionChangedEv-
entHandler(comboBoxTabs_SelectionChanged);
        foreach(var item in this.Items)
            comboBoxTabs.Items.Add((item as TabItem).Header);
    }
    void comboBoxTabs_SelectionChanged(object sender, Selection-
ChangedEventArgs e)
    {

```

```

        if(((ComboBox)sender).SelectedIndex != -1)
            if(this.SelectedIndex != ((Com-
boBox)sender).SelectedIndex)
                this.SelectedIndex = ((Com-
boBox)sender).SelectedIndex;
            ((ComboBox)sender).SelectedIndex = -1;
        }
        protected override void OnItemsChanged( Sys-
tem.Collections.Specialized.NotifyCollectionChangedEventArgs e)
        {
            base.OnItemsChanged(e);
            if (e.NewItems != null)
                comboBoxTabs.Items.Add((e.NewItems[0] as Ta-
bItem).Header);
            else
                if(e.OldItems != null)
                    comboBoxTabs.Items.Remove((e.OldItems[0] as Ta-
bItem).Header);
        }
    }

```

Листинг 11. Класс вкладки CustomTabControl

В этом классе также указан атрибут `TemplatePart` для раскрывающегося списка. В перегруженном методе `OnApplyTemplate()` получаем список, добавляем к нему обработчик изменения выбранного элемента списка `SelectionChanged`, а также добавляем в список названия вкладок. В обработчике проверяем выбранный элемент и устанавливаем для панели вкладок индекс выбранной вкладки в значение индекса выбранного элемента списка.

В классе необходимо перегрузить также метод `OnItemsChanged()`, отвечающий за изменение набора вкладок. В обработчике этого метода проверяем, добавилась ли вкладка. Если вкладка добавлена, то в раскрывающийся список добавим элемент, соответствующий названию вкладки. Если же вкладка была удалена, то удаляем соответствующий элемент из списка. Шаблон панели вкладок также связываем с классом путем изменения свойства `TargetType`.

Для вывода созданного элемента управления в окно можно перенести созданный элемент на окно в дизайнера либо в разметку окна добавить:

```

<local:CustomTabControl HorizontalAlignment="Left" Height="200"
Margin="60,60,0,0" VerticalAlignment="Top" Width="300">
    <local:CustomTabItem Header="TabItem">

        </local:CustomTabItem>
    <local:CustomTabItem Header="TabItem">

        </local:CustomTabItem>
    </local:CustomTabControl>

```

Листинг 12. Добавление CustomTabControl в окно приложения

В данном примере на окно будет добавлена панель вкладок, содержащая две вкладки (рис. 2). Приставка `local:` означает, что описания элементов управления находятся в текущем проекте. Данная связь указывается в начале файла разметки окна:

```
<Window
...
xmlns:local="clr-namespace: ApplicationWithCustomTabControl"
...>
```

Таким образом, используя технологию WPF, разработчик имеет возможность создавать различные элементы управления с особым функционалом и оформлением.

Список литературы

1. Крис Андерсон. Основы Windows Presentation Foundation. СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
2. Чарльз Петцольд. Microsoft Windows Presentation Foundation. Базовый курс. СПб.: Питер, 2012.
3. Введение в WPF в Visual Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/wpf/getting-started/introduction-to-wpf-in-vs> (дата обращения: 15.02.2018)

INTRODUCTION TO THE DEVELOPMENT OF PHP-EXTENSIONS

D.I. Maximov
assistant
timonpm@mail.ru
Yelets

Bunin Yelets State University

Abstract. Currently, when developing applications, much attention is paid to design, which resulted in the appearance of controls with non-standard design and functionality. To implement such controls, special programming technologies are used. The article describes the principles of creating a custom control based on Windows Presentation Foundation (WPF) technology. This technology allows you to create elements with different designs and additional functionality. As an example, the article considers the development of the tab bar, which is typical for modern applications.

Keywords: custom control element; programming; Windows Presentation Foundation; C#; XAML.

References

1. Chris Anderson. Osnovy` Windows Presentation Foundation [Essential Windows Presentation Foundation]. Spb.: BVH-Peterburg, 2008.
2. Charles Petzold. Applications = Code + Markup: A Guide to the Microsoft Windows Presentation Foundation. Spb.: Piter, 2008.
3. Vvedenie v WPF v Visual Studio [Introduction to WPF in Visual Studio] [Electronic resource]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/wpf/getting-started/introduction-to-wpf-in-vs> (Accessed: 15.02.2018)

УДК 517.977 | **УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ
НА КОНЕЧНОМ ЧИСЛЕ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ**

Чаудхари Манитджайсвал Кумар
студент
manit2009@yandex.ru
г. Москва

Российский Университет
Дружбы Народов

Аннотация. Настоящая работа посвящена исследованию свойств управляемости гибридных систем с конечным числом интервалов времени с линейными преобразованиями перехода из одного пространства в другое, разработке метода решения задачи управления линейными гибридными системами. Математическая модель гибридной системы возникает при исследовании процессов управления с учетом взаимодействия объекта управления со средой в соответствии с некоторыми физическими законами, проявляющимися в различные моменты времени. Исследование и решение различных задач управления гибридными системами имеют важное теоретическое и прикладное значение, расширяют область применения соответствующей математической теории.

Ключевые слова: проблема управляемости, линейные гибридные системы, задача Коши, выпуклый компакт, опорные функции.

Решение многих прикладных задач требует выбора управления, которое позволяет обеспечить выполнение краевых условий для заданной управляемой системы, в частности, для гибридных систем, то есть к управлению динамическими системами, описываемыми на различных интервалах времени разными дифференциальными уравнениями в различных пространствах и некоторыми преобразованиями перехода траекторий от одного пространства в другое. Такие системы встречаются во многих прикладных задачах авиастроения, робототехники, электроэнергетики и других областей.

В основу настоящей работы положена работа В.Р. Барсегяна «Конструктивный подход к исследованию задач управления линейными составными системами» [1].

Постановка задачи.

Рассматривается управляемая гибридная автономная система с N интервалами времени, движение которой описывается n_i -мерной системой на каждом интервале $t_{i-1} \leq t \leq t_i$ следующим образом:

$$\dot{x}^i = A_i x^i + B_i u^i, \quad i=1, \dots, N; \quad (1)$$

где $x^i(t) \in R^{n_i}$, x^i - фазовый вектор системы;

A_i, B_i - постоянные матрицы $(n_i \times n_i)$ и $(n_i \times r_i)$ соответственно;

$u^i(t)$ – вектор $(r_i \times 1)$ управляющих воздействий, $u^i \in L_\infty[t_{i-1}; t_i]$, $u^i \in \Omega_i$, где Ω_i – выпуклый компакт;

задается преобразование перехода из пространства R^{n_i} в пространство $R^{n_{i+1}}$ и является линейным:

$$x^{i+1}(t_i) = Q_i x^i(t_i), \quad (2)$$

где Q_i – заданная постоянная матрица $(n_i \times n_{i+1})$;

начальное условие для системы на первом интервале времени:

$$x^1(t_0) = x_0; \quad (3)$$

конечное условие на последнем интервале:

$$x^N(t_N) = x_l; \quad (4)$$

Задача:

Найти условия, при которых существуют управляющие воздействия u^i , $i = I, \dots, N$, действующие на интервале $[t_{i-1}; t_i]$, переводящие движение гибридной системы (1) из состояния (3) в состояние (4).

Решение задачи.

Решим систему (1) для промежутка времени $[t_0; t_1]$.

Рассмотрим задачу Коши:

$$\begin{cases} \dot{x}^I(t) = A_1 x^I(t) + B_1 u^I \\ x^I(t_0) = x_0 \end{cases} \quad (5)$$

Рассмотрим однородную часть (5):

$$\dot{x}^I(t) = A_1 x^I(t).$$

Тогда

$$x^{\text{одн}}(t) = e^{A_1(t-t_0)} C,$$

где $e^{A_1(t-t_0)}$ – фундаментальная матрица решений.

Частное решение находим используя метод вариации постоянной:

$$x^q(t) = e^{A_1(t-t_0)} \int_{t_0}^t e^{-A_1(s-t_0)} B_1 u^I(s) ds = \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)} B_1 u^I(s) ds.$$

Отсюда

$$x^I(t) = x^{\text{одн}}(t) + x^q(t) = e^{A_1(t-t_0)} C + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)} B_1 u^I(s) ds.$$

Из условия $x^I(t_0) = x_0$ находим константу C :

$$x^I(t_0) = 1 \cdot C + 0 = x_0; \Rightarrow C = x_0;$$

$$x^I(t) = e^{A_1(t-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)} B_1 u^I(s) ds.$$

В момент времени t_1 :

$$x^I(t_1) = e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^{t_1} e^{A_1(t_1-s)} B_1 u^I(s) ds.$$

Теперь, используя преобразование $x^{i+1}(t_i) = Q_i x^i(t_i)$, данное в условии, преобразуем $x^I(t_1)$ из пространства R^{n_1} в пространство R^{n_2} , получим:

$$x^{II}(t_1) = Q_1 x^I(t_1) = Q_1 \left(e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^{t_1} e^{A_1(t_1-s)} B_1 u^I(s) ds \right). \quad (6)$$

Далее рассмотрим задачу Коши для II участка с начальным условием (6) на $[t_1; t_2]$:

$$\begin{cases} \dot{x}^{II}(t) = A_2 x^{II}(t) + B_2 u^{II} \\ x^{II}(t_1) = Q_1 x^I(t_1) \end{cases}. \quad (7)$$

Тогда, решая систему (7) аналогично системе (5), получаем для $[t_1; t_2]$:

$$x^{II}(t) = e^{A_2(t-t_1)} x^{II}(t_1) + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u^{II}(s) ds$$

Или

$$x^{II}(t) = e^{A_2(t-t_1)} Q_1 \left(e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^{t_1} e^{A_1(t_1-s)} B_1 u^I(s) ds \right) + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u^{II}(s) ds.$$

Далее рассмотрим задачу Коши для k -го участка на $[t_{k-1}; t_k]$:

$$\begin{cases} \dot{x}^k(t) = A_k x^k(t) + B_k u^k \\ x^k(t_{k-1}) = Q_{k-1} x^{k-1}(t_{k-1}) \end{cases}. \quad (8)$$

Тогда, решая систему (8) аналогично системе (5), получаем для $[t_{k-1}; t_k]$:

$$x^k(t) = e^{A_k(t-t_{k-1})}x^k(t_{k-1}) + \int_{t_{k-1}}^t e^{A_k(t-s)}B_k u^k(s)ds.$$

Найдем множество достижимости (множество всех таких состояний, в которые можно привести динамическую систему при помощи допустимого управления из начального состояния $x^I(t_0) = x_0$ до заданного момента времени) $K(x_0; t_N)$ системы из x_0 в момент времени t_N :

$$K(x_0; t_N) = x^N(t_N) = e^{A_N(t_N-t_{N-1})}x^N(t_{N-1}) + \int_{t_{N-1}}^{t_N} e^{A_N(t_N-s)}B_N u^N(s)ds; (9)$$

Или, если расписать (9) до x_0 и при $N \geq 2$,

$$\begin{aligned} K(x_0; t_N) = & \left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \\ & + \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} u^{j-1}(s) ds \right] \\ & + \int_{t_{N-1}}^{t_N} e^{A_N(t_N-s)} B_N u^N(s) ds. (9^*) \end{aligned}$$

Докажем, что $K(x_0; t_N)$ – выпуклый компакт. Для этого докажем, что это множество ограничено, замкнуто и выпукло.

1. Сначала докажем, что $K(x_0; t_N)$ – ограничено на всем промежутке времени $[t_0; t_N]$:

На $[t_{N-1}; t_N]$:

$$\begin{aligned} x^N(t) &= e^{A_N(t-t_{N-1})}x^N(t_{N-1}) + \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)}B_N u^N(s)ds \\ \|x^N(t)\| &\leq \|e^{A_N(t-t_{N-1})}\| \cdot \|x^N(t_{N-1})\| + \int_{t_{N-1}}^t \|e^{A_N(t-s)}\| \cdot \|B_N\| \cdot \|u^N(s)\| ds; \\ B_N - const, \|B_N\| - const, \text{ поэтому, } \|B_N\| &\leq r_1; e^{A_N(t-s)} \text{ непрерывна по } s \text{ и на отрезке } [t_{N-1}; t] - \text{ограничена по непрерывности: } \|e^{A_N(t-s)}\| \leq r_2 \text{ и } \|e^{A_N(t-t_{N-1})}\| \leq r_3; \\ \text{т.к. } u^N \in \Omega_N - \text{выпуклый компакт, то } \|u^N(s)\| &\leq r_4; \\ \|x^N(t_{N-1})\| &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} = & \left\| Q_{N-1} (e^{A_{N-1}(t_{N-1}-t_{N-2})} x^{N-1}(t_{N-2}) + \int_{t_{N-2}}^{t_{N-1}} e^{A_{N-1}(t_{N-1}-s)} B_{N-1} u^{N-1}(s) ds) \right\| \leq \\ & \leq Q_{N-1} (\|e^{A_{N-1}(t_{N-1}-t_{N-2})}\| \|x^{N-1}(t_{N-2})\| + \\ & + \int_{t_{N-2}}^{t_{N-1}} \|e^{A_{N-1}(t_{N-1}-s)}\| \|B_{N-1}\| \|u^{N-1}(s)\| ds); \end{aligned}$$

На $[t_{N-2}; t_{N-1}]$: $B_{N-1} - const, \|B_{N-1}\| - const$, поэтому, $\|B_{N-1}\| \leq r_1^1$; $e^{A_{N-1}(t-s)}$ непрерывна по s и на отрезке $[t_{N-2}; t]$ – ограничена по непрерывности: $\|e^{A_{N-1}(t_{N-1}-s)}\| \leq r_2^1$ и $\|e^{A_{N-1}(t_{N-1}-t_{N-2})}\| \leq r_3^1$; т.к. $u^{N-1} \in \Omega_{N-1}$ – выпуклый компакт, то $\|u^{N-1}(s)\| \leq r_4^1$;

Далее делаем так же для $x^{N-1}(t_{N-2}), x^{N-2}(t_{N-3}), \dots, x^{II}(t_1), x^I(t_0)$:

На $[t_1; t_2]$:

$$x^{II}(t) = e^{A_2(t-t_1)}x^{II}(t_1) + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)}B_2 u^{II}(s)ds$$

$$\|x^{II}(t)\| \leq \|e^{A_2(t-t_1)}\| \cdot \|x^{II}(t_1)\| + \int_{t_1}^t \|e^{A_2(t-s)}\| \cdot \|B_2\| \cdot \|u^{II}(s)\| ds$$

$B_2 - const, \|B_2\| - const$, поэтому, $\|B_2\| \leq r_1^{N-2}$; $e^{A_2(t-s)}$ непрерывна по s и на отрезке $[t_1; t]$ – ограничена по непрерывности: $\|e^{A_2(t-s)}\| \leq r_2^{N-2}$ и $\|e^{A_2(t-t_1)}\| \leq r_3^{N-2}$; т.к. $u^{II} \in \Omega_2$ - выпуклый компакт, то $\|u^{II}(s)\| \leq r_4^{N-2}$;

$$\begin{aligned} \|x^{II}(t_1)\| &= \left\| Q_1(e^{A_1(t_1-t_0)}x_0 + \int_{t_0}^{t_1} e^{A_1(t_1-s)}B_1u^I(s)ds) \right\| \leq \\ &\leq Q_1 \left(\|e^{A_1(t_1-t_0)}\| \|x_0\| + \int_{t_0}^{t_1} \|e^{A_1(t_1-s)}\| \|B_1\| \|u^I(s)\| ds \right); \end{aligned}$$

На $[t_0; t_1]$: $B_1 - const, \|B_1\| - const$, поэтому, $\|B_1\| \leq r_1^{N-1}$; $e^{A_1(t-s)}$ непрерывна по s и на отрезке $[t_1; t]$ – ограничена по непрерывности; $\|e^{A_1(t_1-s)}\| \leq r_2^{N-1}$ и $\|e^{A_1(t_1-t_0)}\| \leq r_3^{N-1}$; т.к. $u^I \in \Omega_1$ - выпуклый компакт, то $\|u^I(s)\| \leq r_4^{N-1}$; $\|x_0\| \leq r_5^{N-1}$;

Подставляя все в общую формулу, получим:

$$\|x^N(t)\| \leq r, \text{ где } r - \text{константа.}$$

Так как $\|x^N(t)\|$ меньше константы r независимо от управления, то множество $K(x_0; t_N)$ – ограничено на $[t_0; t_N]$.

2. Докажем выпуклость множества $K(x_0; t_N)$:

Сначала покажем, что на $[t_0; t_1]$:

$$\forall x_1^I(t), x_2^I(t) \in K(x_0; t_1), \forall \mu \in [0; 1] \quad [(1-\mu)x_1^I(t) + \mu x_2^I(t)] \in K(x_0; t_1)$$

Пусть $u_1^I(t)$ и $u_2^I(t)$ соответствующие управления $x_1^I(t), x_2^I(t)$;

$$\text{Пусть } u_\mu^I(t) = (1-\mu)u_1^I(t) + \mu u_2^I(t)$$

Так как $u_1^I(t)$ и $u_2^I(t) \in L_\infty[t_0; t_1]$, $u_1^I(t)$ и $u_2^I(t) \subset \Omega_1$, то линейная комбинация $u_\mu^I(t)$ тоже принадлежит множеству допустимых управлений.

$$\begin{aligned} x_\mu^I(t) &= e^{A_1(t-t_0)}x_0 + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)}B_1u_\mu^I(s)ds = \\ &= e^{A_1(t-t_0)}x_0 - \mu e^{A_1(t-t_0)}x_0 + \mu e^{A_1(t-t_0)}x_0 + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)}B_1((1-\mu)u_1^I(s) + \mu u_2^I(s))ds = \\ &= (1-\mu)e^{A_1(t-t_0)}x_0 + \mu e^{A_1(t-t_0)}x_0 + (1-\mu) \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)}B_1u_1^I(s)ds + \\ &\quad + \mu \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)}B_1u_2^I(s)ds = \\ &= (1-\mu)\{e^{A_1(t-t_0)}x_0 + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)}B_1u_1^I(s)ds\} + \mu\{e^{A_1(t-t_0)}x_0 + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)}B_1u_2^I(s)ds\} = \\ &= (1-\mu)x_1^I(t) + \mu x_2^I(t). \end{aligned}$$

Поэтому, $K(x_0; t_1)$ – выпукло.

Теперь покажем, что $K(x_0; t_2)$ – выпукло.

$$\begin{aligned} x_\mu^{II}(t) &= e^{A_2(t-t_1)}x^I(t_1) + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)}B_2u_\mu^{II}(s)ds = \\ &= e^{A_2(t-t_1)}x^I(t_1) - \mu e^{A_2(t-t_1)}x^I(t_1) + \mu e^{A_2(t-t_1)}x^I(t_1) + \\ &\quad + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)}B_2((1-\mu)u_1^{II}(s) + \mu u_2^{II}(s))ds = \\ &= (1-\mu)e^{A_2(t-t_1)}x^I(t_1) + \mu e^{A_2(t-t_1)}x^I(t_1) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + (1 - \mu) \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u_1^I(s) ds + \mu \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u_2^I(s) ds = \\
 & = (1 - \mu) \{ e^{A_2(t-t_1)} x^I(t_1) + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u_1^I(s) ds \} + \\
 & + \mu \{ e^{A_2(t-t_1)} x^I(t_1) + \int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u_2^I(s) ds \} = (1 - \mu) x_1^I(t) + \mu x_2^I(t).
 \end{aligned}$$

Так как $x^I(t_1) \in K(x_0; t_1)$, которое является выпуклым, то $K(x_0; t_2)$ – тоже выпукло.

Продолжая так же на всех интервалах времени до N , для последнего интервала докажем:

$$\forall x_1^N(t), x_2^N(t) \in K(x_0; t_N), \forall \mu \in [0; 1] \quad [(1 - \mu)x_1^N(t) + \mu x_2^N(t)] \in K(x_0; t_N)$$

Пусть $u_1^N(t)$ и $u_2^N(t)$ соответствующие управления $x_1^N(t), x_2^N(t)$;

$$\text{Пусть } u_\mu^N(t) = (1 - \mu)u_1^N(t) + \mu u_2^N(t)$$

Так как $u_1^N(t)$ и $u_2^N(t) \in L_\infty[t_1; t_2]$, $u_1^N(t)$ и $u_2^N(t) \subset \Omega_N$, то линейная комбинация $u_\mu^N(t)$ тоже принадлежит множеству допустимых управлений.

$$\begin{aligned}
 x_\mu^N(t) &= e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u_\mu^N(s) ds = \\
 &= e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) - \mu e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \mu e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \\
 &+ \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N ((1 - \mu)u_1^N(t) + \mu u_2^N(t)) ds = \\
 &= (1 - \mu) e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \mu e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \\
 &+ (1 - \mu) \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u_1^N(s) ds + \mu \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u_2^N(s) ds = \\
 &= (1 - \mu) \{ e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u_1^N(s) ds \} + \\
 &+ \mu \{ e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u_2^N(s) ds \} = (1 - \mu) x_1^N(t) + \mu x_2^N(t).
 \end{aligned}$$

Так как $x^N(t_{N-1}) \in K(x_0; t_{N-1})$, которое выпуклое, то $K(x_0; t_N)$ – тоже выпукло.

3. Замкнутость $K(x_0; t_N)$. Для доказательства замкнутости покажем, что из любой последовательности $x_1^N(t_N), x_2^N(t_N), \dots, x_j^N(t_N), \dots$ в $K(x_0; t_N)$ можно выделить подпоследовательность, сходящуюся к некоторой предельной точке в $K(x_0; t_N)$.

Рассмотрим при $m = 1, 2, 3, \dots$: $x_m^N(t_N)$ и соответствующие им управления $u_m^N(t_N)$. Мы имеем (9*):

$$\begin{aligned}
 x_m^N(t_N) &= \left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \\
 &+ \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} u_m^{j-1}(s) ds \right] \\
 &+ \int_{t_{N-1}}^{t_N} e^{A_N(t_N-s)} B_N u_m^N(s) ds; \quad (10)
 \end{aligned}$$

Здесь $u_m^i(\cdot)$, $i = 1, \dots, N$.

По условию Ω_i – выпуклые компакты. Пусть θ_i – семейство всех измеримых вектор-функций $u^i \subset \Omega_i$ на интервале $[t_{i-1}; t_i]$. Тогда θ_i – слабо компактно[3].

Так как θ_i – слабо компактно, то из последовательности наборов функций $\{u_m^i(\cdot), i = 1, \dots, N\}$ можно выделить подпоследовательность, слабо сходящуюся к набору функций $\bar{u}_m^i(\cdot) \subset \Omega_i, i = 1, \dots, N$.

Переходя к пределу по подходящей подпоследовательности индексов в (10), получим

$$\begin{aligned} \bar{x}^N(t_N) = & \left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \\ & + \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} \bar{u}^{j-1}(s) ds \right] + \\ & + \int_{t_{N-1}}^{t_N} e^{A_N(t_N-s)} B_N \bar{u}^N(s) ds. \end{aligned}$$

Таким образом, $\bar{x}^N(t_N) \in K(x_0; t_N)$, что доказывает замкнутость $K(x_0; t_N)$.

Следовательно, $K(x_0; t_N)$ – выпуклый компакт.

Далее, требуется найти условия, при которых в момент времени t_N множество $x^N(t_N) \subset K(x_0; t_N)$. Для этого воспользуемся опорными функциями[2]. Так как $K(x_0; t_N)$ – выпуклый компакт, то:

$$C(K(x_0; t), \psi) = \max_{x^N(t) \in K} (x^N(t), \psi).$$

Для того, чтобы $x^N(t_N)$ содержалось в $K(x_0; t_N)$ нужно:

$$C(x^N(t_N), \psi) \leq C(K(x_0; t_N), \psi).$$

Так как

$$\begin{aligned} \begin{cases} \dot{x}^N(t) = A_N x^N(t) + B_N u^N \\ \dot{\psi}(t) = -A_N^* \psi(t) \end{cases}, \\ x^N(t) = e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}) + \int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u^N(s) ds, \\ \psi(t) = e^{-A_N^*(t-t_N)} \psi_0. \end{aligned}$$

При $N = 2$ находим скалярное произведение $(x^{II}(t), \psi)$:

$$\begin{aligned} (x^{II}(t), \psi) &= (e^{A_2(t-t_1)} x^{II}(t_1), e^{-A_2^*(t-t_1)} \psi_0) + \left(\int_{t_1}^t e^{A_2(t-s)} B_2 u^{II}(s) ds, e^{-A_2^*(t-t_1)} \psi_0 \right) = \\ &= \left(e^{A_2(t-t_1)} Q_1 \left(e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^{t_1} e^{A_1(t_1-s)} B_1 u^I(s) ds \right), e^{-A_2^*(t-t_1)} \psi_0 \right) + \\ &+ \int_{t_1}^t (e^{A_2(t_1-s)} B_2 u^{II}(s), \psi_0) = \\ &= \left(Q_1 \left(e^{A_1(t_1-t_0)} x_0 + \int_{t_0}^{t_1} e^{A_1(t_1-s)} B_1 u^I(s) ds \right), \psi_0 \right) + \int_{t_1}^t (e^{A_2(t_1-s)} B_2 u^{II}(s), \psi_0) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (Q_1 e^{A_1(t_1-t_0)} x_0, \psi_0) + \left(Q_1 \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)} B_1 u^I(s) ds, \psi_0 \right) \\
 &+ \int_{t_1}^t (e^{A_2(t_1-s)} B_2 u^I(s) ds, \psi_0). \quad (11)
 \end{aligned}$$

Теперь находим скалярное произведение $(x^N(t), \psi)$ при $N > 2$:

$$\begin{aligned}
 (x^N(t), \psi) &= (e^{A_N(t-t_{N-1})} x^N(t_{N-1}), e^{-A_N^*(t-t_{N-1})} \psi_0) + \\
 &+ \left(\int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u^N(s) ds, e^{-A_N^*(t-t_{N-1})} \psi_0 \right) = \\
 &= \left(e^{A_N(t-t_{N-1})} Q_{N-1} \left(\prod_{i=N-1}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0, e^{-A_N^*(t-t_{N-1})} \psi_0 \right) + \\
 &+ \left(e^{A_N(t-t_{N-1})} Q_{N-1} \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \times \right. \right. \\
 &\quad \times \left. \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} u^{j-1}(s) ds \right], e^{-A_N^*(t-t_{N-1})} \psi_0 \right) + \\
 &+ \left(\int_{t_{N-1}}^t e^{A_N(t-s)} B_N u^N(s) ds, e^{-A_N^*(t-t_{N-1})} \psi_0 \right) = \\
 &= \left(Q_{N-1} \left(\prod_{i=N-1}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0, \psi_0 \right) + \\
 &+ \left(Q_{N-1} \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} u^{j-1}(s) ds \right], \psi_0 \right) + \\
 &+ \int_{t_{N-1}}^t (e^{A_N(t-s)} B_N u^N(s) ds, e^{-A_N^*(t-t_{N-1})} \psi_0) = \\
 &= \left(Q_{N-1} \left(\prod_{i=N-1}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0, \psi_0 \right) + \\
 &+ \left(Q_{N-1} \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} u^{j-1}(s) ds \right], \psi_0 \right) + \\
 &+ \int_{t_{N-1}}^t (e^{A_N(t-s)} B_N u^N(s) ds, \psi_0). \quad (12)
 \end{aligned}$$

По свойствам опорных функций, так как $x^N(t_N) = (x_1^N, \dots, x_{n_N}^N)$:

$$C(x^N(t_N), \psi) = \sum_{i=1}^{n_N} x_i^N \psi_i;$$

При $N = 2$, используя (11):

$$\sum_1^{n_2} x_i^H e^{-A_2^*(t_2-t_1)} \psi_{0i} \leq \max_{\psi_0} \left((Q_1 e^{A_1(t_1-t_0)} x_0, \psi_0) + \left(Q_1 \int_{t_0}^t e^{A_1(t-s)} B_1 u^I(s) ds, \psi_0 \right) + \right. \\ \left. + \int_{t_1}^t (e^{A_2(t_1-s)} B_2 u^H(s) ds, \psi_0) \right)$$

При $N > 2$, используя (12):

$$\sum_1^{n_N} x_i^N e^{-A_N^*(t_N-t_{N-1})} \psi_{0i} \leq \max_{\psi_0} \left(\left(Q_{N-1} \left(\prod_{i=N-1}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) e^{A_1(t_1-t_0)} x_0, \psi_0 \right) + \right. \\ \left. + \left(Q_{N-1} \sum_{j=2}^N \left[\left(\prod_{i=N}^2 e^{A_i(t_i-t_{i-1})} Q_{i-1} \right) \int_{t_{j-2}}^{t_{j-1}} e^{A_{j-1}(t_{j-1}-s)} B_{j-1} u^{j-1}(s) ds \right], \psi_0 \right) + \right. \\ \left. + \int_{t_{N-1}}^t (e^{A_N(t_{N-1}-s)} B_N u^N(s) ds, \psi_0) \right)$$

Получили условие, при котором $x^N(t_N) = x_l$ лежит в $K(x_0; t_N)$. И при выполнении данного условия гарантированно будет существовать решение, переводящее систему (1) из начального условия (3) в конечное (4).

Список литературы

1. Барсегян В.Р. Конструктивный подход к исследованию задач управления линейными составными системами. Проблемы управления №4, 2012.
2. Благодатский В.И. «Введение в оптимальное управление». Высшая школа, 2001. 239 с.
3. Ли Э.Б., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. М.: Наука, 1972. 576 с.
4. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функционального анализа. М.: Наука, 1976. 496 с.
5. Johansson M. Piecewise Linear Control Systems. Berlin: Springer, 2003. 202 p.

CONTROLLABILITY OF LINEAR HYBRID SYSTEMS WITH A FINITE NUMBER OF TIME INTERVALS

Chaudhary Manitjaiswal Kumar
student
manit2009@yandex.ru
Moscow

Rudn University

Abstract. The present paper is devoted to analyzing controllability properties for hybrid system with a finite number of time intervals with linear transformations of the transition from one space to another, developing a method of solving the control problem with the help of linear hybrid systems. A mathematical model of a hybrid system arises in the control processes investigation, taking into account the interaction of an object of control with the environment in accordance with certain physical laws manifesting themselves at different times. The analysis and solution of various hybrid systems control problems have an

important theoretical and practical significance, broaden the scope of the relevant mathematical application.

Keywords: problem of controllability, linear hybrid systems, Cauchy problem, convex compact set, support functions.

References

1. Barseghyan V.R. (2012). Constructivny`i` podhod k issledovaniyu zadach upravleniia lineiny`mi sostavny`mi sistemami [A constructive approach to analyzing problems of control with the help of linear composite systems]. Control Sciences № 4, 2012.
2. Blagodatskiy V.I. (2001). Vvedeniye v optimal`noe upravlenie [Introduction to optimal control]. High School, 2001. 239 p.
3. Lee E.B., Marcus L. (1972) Osnovy` teorii optimal`nogo upravleniya [Foundations of Optimal Control Theory]. M.: Nauka, 1972. 576 p.
4. Kolmogorov A.N., Fomin S.V. (1976) Elementy` teorii funktsional`nogo analiza [Elements of the theory of functional analysis]. M.: Nauka. 496 p.
5. Johansson M. (2003) Piecewise Linear Control Systems. Berlin: Springer. 202 p.

НОВШЕСТВА ФГОС И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ

УДК 929 | **МАТЕМАТИК, МЕХАНИК, ИНЖЕНЕР - ПОНСЕЛЕ ЖАН
ВИКТОР (К 230 ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

Рамиз Муталлим оглы Асланов
д.п.н., профессор
r_aslanov@list.ru
г. Баку

Национальная Академия Наук
Азербайджана

Вагиф Джабраил оглы Рустамов
к.ф.-м.н., доцент
vagif.rustamov@list.ru
г. Гянджа

Гянджинский государственный
университет

Аннотация. Статья посвящена жизни, судьбе выдающегося французского математика, механика инженера Жан Виктора Понселе, его научному наследию и роли в развитии современной математики, механики и физики, а также его книгам: «Трактат о проективных свойствах фигур», «Курс механики, применённой к машинам», «К теории механического действия турбины Фурнейрона», «Введение в индустриальную, физическую или экспериментальную механику» и работе «Курс индустриальной механики, читанный мастерам и рабочим» и т.д.

Ключевые слова: жизнь и творчество, чистая математика, проективная геометрия, индустриальная механика, теория машин, физика, работа.



Жан Виктор Понселе (Jean-Victor Poncelet) – математик и инженер, создатель проективной геометрии, один из основоположников изучения свойства усталости. Основные научные работы Понселе относятся к проективной геометрии, теории машин, индустриальной механике, экспериментальной механике атериялов в разделе физики: материаловедение.

Жан Виктор Понселе родился 1 июля 1788 года в бедной семье во французском городе Мец. Отличная учеба в начальной школе позволила ему получить стипендию в лицее Меца.

В 1807 г. он успешно выдержал экзамены в Политехническую школу, после окончания которой в 1810 г. поступил в Военно-инженерную школу в Меце. Он был учеником Г. Монжа. Окончание ее в 1812 г. совпало с началом войны Наполеона с Россией, в которой Ж. Понселе принял участие в качестве лейтенанта инженерных войск. Он за-

нимался наведением мостов и выполнял различные инженерные работы. Вскоре после начала войны при отступлении Наполеона из Москвы в бою близ поселка Красный 18-го ноября 1812 г. он был взят в плен и до заключения мирного договора с Францией в июле 1814 г., т. е. почти два года, находился в плену в г. Саратове.

В саратовском плену написал (в основном) свой трактат о проективных свойствах фигур, а также трактат по аналитической геометрии (семь тетрадей, изданных впоследствии — в 1862—1864 гг. — под заглавием «*Applications d'Analyse et de Géométrie*»).

Здесь, лишенный научной литературы, но располагая свободным временем, он начал вспоминать курсы Политехнической школы, а затем приступил к разработке новой отрасли математики — проективной геометрии. Наиболее известный труд Жана Виктора Понселе: Трактат о проективных свойствах фигур («*Traité des propriétés projectives des figures*») был написан автором в Саратове. В этом труде впервые были выделены в особую группу проективные свойства геометрических фигур и рассмотрены методы их исследования. Вернувшись в 1814 г. во Францию, был назначен в Мец, где после поражения французских войск при Ватерлоо принимал участие в защите города. С 1815 г. преподавал в военной школе (где он ввёл в употребление русские счёты, с которыми познакомился в саратовском плену; во Франции в то время вычисления обычно производились «на бумажке»).

Во Франции Ж. Понселе поступил на службу в арсенал в Меце и продолжил свои исследования по проективной геометрии, в результате чего в 1822 г. опубликовал книгу. Эта книга не получила должной оценки у французских математиков, которые в то время занимались в основном математической физикой. Возможно, в связи с этим, а также потому, что работа в арсенале ставила перед ним много вопросов по прикладной механике, Ж. Понселе стал интересоваться последней. Начиная с 1821 г., он опубликовал ряд заметок по анализу различных механизмов, а в период 1823—1827 гг. ежегодно публиковал мемуары по теории водяного колеса. Им была предложена новая конструкция этого двигателя с вогнутыми лопатками, что позволило значительно повысить коэффициент полезного действия.

В 1825 г. капитан Понселе был назначен профессором механики в Военно-инженерной школе Меца. В 1825 году он получил научную премию имени Монтиона. Работая над курсом механики, он опубликовал в 1826 и 1829—1839 гг. две книги. В них кроме вопросов теоретической механики и ее приложений изложены основы сопротивления материалов и, в частности, весьма полно — механические свойства материалов. В 1826 г. Ж. Понселе исследовал влияние поперечной силы на прогибы балок. Повидимому, ему принадлежит введение в 1828—1829 гг. диаграммы растяжения, которую он считал важнейшей характеристикой материала.

Ж. Понселе занимался также теорией сооружений и предложил графический способ определения наибольшего давления грунта на стенку в задаче устойчивости подпорных стен. Вероятно, ему принадлежит теория прочности наибольших линейных деформаций, которой впоследствии придерживался Б. Сен-Венан.

Продолжая заниматься проективной геометрией, Понселе в 1815—1820 гг. закончил свой «Трактат о проективных свойствах фигур» и напечатал в 1822 г. его первый том. Второй том трактата был опубликован лишь в 1866 г. (после того, как в 1864 г. вышло второе издание первого тома).

Появившийся в 1822 г. «Трактат о проективных свойствах фигур», представлял собой объёмистый том, где содержались все основные понятия этой новой ветви геометрии: гармоническое отношение, перспективность, проективность, инволюция, циклические точки на бесконечности. Понселе показал, что фокусы конического сечения можно трактовать как пересечение касательных к данному сечению, проведённых из

циклических точек. В «Трактате» содержалась также теория многоугольников, вписанных в какое-либо коническое сечение и описанных около другого такого сечения (так называемая «проблема замыкания» Понселе).

Данной тематике Понселе посвятил и несколько статей, помещённых в «*Annales Math. Gergonne*». В них, как и в трактате, изучались свойства прямых, кругов и конических сечений, рассматриваемых как центральные или перспективные проекции других фигур того же рода, излагалась теория взаимных полюсов и поляр, теория центров подобия фигур, геометрические свойства общих касательных к двум коническим сечениям и взаимно прикасающихся фигур и т. п.

Типичным для способа мышления Понселе был *принцип непрерывности*, позволявший ему выводить свойства одной фигуры из свойств другой. Данный принцип, в частности, дал возможным Понселе установить, что все окружности на плоскости имеют две общие мнимые точки на бесконечности; а это привело, в свою очередь, к понятию бесконечно удалённой прямой в проективной плоскости.

Кроме статей по геометрии, помещённых в «*Ann. Gergonne*», есть статьи Понселе в «*Corresp. math. Quetelet*» (о теоремах относительно кривых линий 3-го порядка), в «*Mém. savans étran g.*» (исследование о вычислении рядов) и в «*Nouv. ann. math.*» (об одной поверхности 4-го порядка).

Работа Понселе «О линейном и рациональном приближенном значении радикалов вида $\sqrt{a^2 + b^2}$, $\sqrt{a^2 - b^2}$ и др.» впервые появилась в его литографированном курсе лекций по механике в 1826 г., затем была напечатана в научном «Журнале чистой и прикладной математики» (1835, №13) и, наконец, в качестве одного из двух дополнений была включена в «Курс механики в приложении к машинам» (1845). При нахождении условий равновесия некоторых механизмов Понселе получил уравнения, содержащие неизвестные x и y как в первой степени, так и через выражения $\sqrt{x^2 + y^2}$, $\sqrt{x^2 - y^2}$. Чтобы найти удобный способ решения таких уравнений, он предложил заменить функцию $\sqrt{x^2 + y^2}$ линейным выражением вида $\alpha x + \beta y$ так, чтобы при соблюдении определенных условий относительно промежутков изменения переменных x и y погрешность, обусловленная такой заменой, была в определенном смысле наименьшей. Понселе ввел в рассмотрение относительную погрешность

$$v = \frac{\alpha x + \beta y}{\sqrt{x^2 - y^2}} - 1 = \frac{\alpha \left(\frac{x}{y}\right) + \beta}{\sqrt{\left(\frac{x}{y}\right)^2 + 1}} - 1,$$

являющуюся функцией от $u = \frac{x}{y}$ и поставил вопрос о таком выборе коэффициентов α, β при котором максимальное значение модуля этой погрешности в промежутке $k \leq u < \infty$, где $k \geq 0$, было бы наименьшим. Речь шла, таким образом, о выборе коэффициентов α, β , при котором функция $v = (\alpha u + \beta) / \sqrt{1 + u^2} - 1$ наименее отклонялась бы от нуля в промежутке $]k; +\infty[$. Понселе сам формулирует эту задачу именно в таких терминах. Решение задачи Понселе получает очень просто, опираясь на лемму, аналогичную рассматривавшейся еще Лапласом. Средства математического анализа, используемые им, не входят за пределы правил нахождения экстремума функции $v(u)$ в промежутке $]k; +\infty[$. Все остальное носит элементарный характер.

Прежде всего, Понселе убеждается в том, что функция $v(u)$ в рассматриваемом промежутке действительно достигает экстремума. С этой целью он находит сначала локальный экстремум функции $v(u)$, который, как нетрудно убедиться, достигается в точке $u = \alpha/\beta$ и имеет значение, равное $\sqrt{a^2 - b^2} - 1$. Это будет максимум или минимум, в зависимости от соотношения знаков чисел α и β . Остается рассмотреть значения, которые принимает данная функция на концах промежутка: $v = (\alpha k + \beta)/\sqrt{1+k^2} - 1$ при $u = k$, $v = \alpha - 1$ при $u = \infty$. Поскольку α и β предполагаются любыми и об отношении α/β также ничего не известно, то Понселе проводит исследование поведения экстремальных погрешностей, исходя из того, что на концах промежутка погрешности обращаются в нуль:

$$\alpha - 1 = 0, (\alpha k + \beta)/\sqrt{1+k^2} - 1 = 0, \text{ откуда } \alpha = 1, \beta = \sqrt{1+k^2} - k.$$

Очевидно, отношение $\alpha:\beta > k$, поскольку $\alpha/\beta = 1/\sqrt{1+k^2} - k$, поэтому экстремальная погрешность достигается в рассматриваемом промежутке. Легко видеть также, что при значениях α, β ($(\alpha/\beta) > 0$) функция $u(v)$ в точке $u = \alpha/\beta$ имеет максимум. Обозначая через α_0 и β_0 значения $\alpha = 1, \beta = \sqrt{1+k^2} - k$ можно убедиться, что максимальная погрешность $\sqrt{\alpha_0^2 + \beta_0^2} - 1$ будет положительной, тогда как ошибки на концах промежутка обращаются в нуль. При непрерывном изменении α и β относительные погрешности $\alpha - 1, \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1, (\alpha k + \beta)/\sqrt{1+k^2} - 1$ будут также непрерывно изменяться. Заметим, что выражение $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1$ убывает при подстановке в него α и β , меньших α_0 и β_0 , а выражения $\alpha - 1$ и $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1$ становятся при этом отрицательными, возрастая по модулю, причем эти модули будут меньше $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1$ при небольших изменениях α и β , а потом могут и превзойти его. Поскольку требуется подобрать α и β так, чтобы максимальную погрешность сделать минимальной, то Понселе рассуждает следующим образом: уменьшать максимальную погрешность $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1$ можно до тех пор, пока та или другая из погрешностей, соответствующих концам промежутка, остается меньше ее по модулю. Следовательно, значения α и β , соответствующие возможно меньшей максимальной погрешности для всего заданного промежутка, должны удовлетворять условиям:

$$1 - \frac{\alpha k + \beta}{\sqrt{1+k^2}} = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} - 1 = 1 - \alpha.$$

Эти условия означают, что экстремальные погрешности равны по модулю и имеют чередующиеся знаки. В заключение второй части статьи Понселе отмечает, что его метод может быть применен при самых разнообразных обстоятельствах. Он позволяет заменить, если такая замена сама по себе возможна, всякую сложную функцию более простой и более пригодной в смысле вычислений или аналитических преобразований.

К занятиям механикой Понселе обратился после того, как военный министр поручил ему вести в Мёцской артиллерийско-инженерной школе (*Ecole d'application de Metz*) курс практической механики. Понселе согласился; он стал профессором этой школы (1824 г.), а в 1825—1827 гг. преподавал в ней практическую механику (к чтению курса Понселе готовился тщательно, предварительно посетив фабрики и заводы во

Франции, Нидерландах и Германии). Результатом работы в этой новой для Понселе области стал сначала «Курс механики, применённой к машинам» (1826 г.), а затем — изложенное более элементарно «Введение в индустриальную, физическую или экспериментальную механику» (1829 г.). Обе книги представляют собой классические произведения по прикладной механике, отличающиеся простотой, ясностью и полнотой изложения; первая из них, вышедшая в Меце в литографированном издании, быстро разошлась по многим странам.

Свои занятия чистой математикой Понселе сочетал с деятельностью в качестве военного инженера. В этом качестве он — кроме работ технического характера по строительной механике (в числе которых был интересный проект подъёмного моста с переменным противовесом) — занимался исследованиями течения воздуха по трубам («*Exper. de Pecquer relat. a l'écoulem. d'air dans les tubes*», «C. R.», т. 21), паровыми машинами («*Les pressions dans le cylindre des mach. a vapeur*», «C. R.», т. 17), гидравлическими двигателями (разработал в 1825 г. новый тип лопастей водяных колёс — колесо Понселе) и сооружениями («*Syst. d'écuse a flotteur*», «C. R.», т. 20), теорией сводов («*Théories de l'équil. des voûtes*», «C. R.», т. 35), теорией маятника Фуко («*Oscillat. tourn. du pendule et l'influence de la rotat. de la terre*», «C. R.», т. 51).

Школе индустриальной механики современные механика и физика обязаны введением термина «работа» (ввёл Ж.В. Понселе в 1826 г.) в том его значении, которое применяется и поныне. В физике этот термин имеет более узкое значение. Им обозначается физическая величина, связанная с действием сил. До этого та же величина встречалась под различными наименованиями («количество движения», «динамический эффект» и т. п., а также и «работа», но не систематически) у А. Навье и Г. Прони. Есть этот термин и у Ж. Кристиана, но именно Понселе и одновременно с ним Г. Г. Кориолис ввели в регулярное употребление понятие работы силы на элементарном перемещении точки её приложения.

Опираясь на понятие работы, Понселе и Кориолис разработали энергетические принципы индустриальной механики (т. е. принципы сравнения затраченной и полезной работы машины), войдя в число основоположников динамики машин, которая именно в школе индустриальной механики оформляется как самостоятельная дисциплина. В 1838 г. в мемуарах «К теории механического действия турбины Фурнейрона» Понселе теоретически осмыслил и обобщил опытные и технические данные о турбинах, накопившиеся к тому времени. Эта работа послужила основой так называемой *струйной теории турбин*, господствовавшей при расчёте действия турбин вплоть до начала XX века и исходившей из теоремы об изменении кинетической энергии.

Работы Ж. Понселе по механике получили признание, и в 1834 г. он был избран в Парижскую академию наук, а её президентом — в 1942 году. Переехав в Париж, начал преподавать в Политехнической школе, а в 1838-1848 гг. — в Сорбонне. В 1848 г. Понселе был членом Национального собрания Французской Республики. В 1848-1850 гг. был начальником Политехнической школы в чине бригадного генерала, а в 1852 г. вышел в отставку и продолжал заниматься научной работой. В 1857 году — член-корреспондент Петербургской АН.

Надо сказать, что в 20-е годы XIX в. во Франции складывается особое направление механики — «индустриальная механика», ориентированное на разнообразные насущные вопросы инженерной практики. В идейном плане оно оформилось в работах ведущих представителей данного направления, к которым относились: Ж. Кристиан — «Индустриальная механика» (1822-1825 гг.), Ш. Дюпен — «Геометрия и механика технических искусств и ремёсел» (1827 г.), Ж.-В. Понселе — «Курс индустриальной механики, читанный мастерам и рабочим» (1827-1829 гг.), Г. Г. Кориолис — «Вычисление

эффекта машин» (1829 г.). При этом сам термин «индустриальная механика» принадлежит Понселе.

Ж.В. Понселе написал ряд учебников и монографий по прикладной механике. В одном из таких сочинений содержится решение задачи на наилучшее приближение функций. Жан Виктор Понселе умер в Париже 22 декабря 1867 года.

Имя Ж.В. Понселе носят следующие математические объекты:

- Поризм Понселе
- Проективная геометрия
- Теорема Штейнера-Понселе
- Точка Понселе
- Усталость материала
- Механические работы
- Колесо Понселе
- Проблема замыкания
- Паровая механика

Основные труды

- (1822) *Traité des propriétés projectives des figures* (см. в SICD Universities of Strasbourg - Digital old books)
- (1826) *Cours de mécanique appliqué aux machines*
- (1829) *Introduction a la mécanique industrielle, physique ou expérimentale*
- (1838) *Théorie des effets mécaniques de la turbine Fourneyron*
- (1862/64) *Applications d'analyse et de géométrie*

В 1964 г. Международный астрономический союз присвоил имя Жан Виктор Понселе кратеру на видимой стороне Луны. Его имя внесено в список величайших учёных Франции, помещённый на первом этаже Эйфелевой башни. Академик А.Н. Боголюбов посвятил книгу жизни и научной деятельности Жан Виктора Понселе.

Список литературы

1. Асланов Р.М., Матросов В.Л. Предшественники современной математики. Историко-математические очерки в пяти томах. Том V (часть1). М. «Прометей», 2014, стр.9 – 17, 668с.
2. Боголюбов А. Н. Жан Виктор Понселе, 1788-1867 (Научно-биографическая серия). М.: Наука, 1988. 224 с.
3. Боголюбов А. Н. Математики. Механики. Биографический справочник. Киев: Наукова думка, 1983. 639 с.
4. Веселовский И. Н. Очерки по истории теоретической механики. М.: Высшая школа, 1974. 287 с.
5. Математика XIX века. Том 2: Геометрия. Теория аналитических функций. / Под ред. А. Н. Колмогорова, А. П. Юшкевича. М.: Наука, 1981. 272 с.
6. Моисеев Н. Д. Очерки истории развития механики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1961. 478 с.
7. Погребысский И. Б. От Лагранжа к Эйнштейну: Классическая механика XIX века. М.: Наука, 1964. 327 с.
8. Понселе, Жан-Виктор // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., с. 1890-1907.
9. Стройк Д. Я. Краткий очерк истории математики. 4-е изд. М.: Наука, 1984. 284 с.
10. Тюлина И. А. История и методология механики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 282 с.

**MATHEMATICS, MECHANICS, ENGINEER - PONCELE JEAN
VICTOR (TO THE 230TH ANNIVERSARY OF THE BIRTHDAY)**

R.M. Aslanov Dr. Sci. (Pedagogy), professor r_aslanov@list.ru Baku	National Academy of Sciences of Azerbaijan
V.D. Rustamov Cand. Sci. (Phys.–Math.), associate professor vagif.rustamov@list.ru Ganja	Ganja State University

Abstract. The article is devoted to the life, destiny of the outstanding French mathematician, engineer mechanic Jean Victor Poncelet, his scientific heritage and role in the development of modern mathematics, mechanics and physics, as well as his books: "A Treatise on the Projective Properties of Figures", "A Course in Mechanics Applied to Machines", "On the Theory of the Mechanical Action of the Fourieron Turbine" "Introduction to Industrial, Physical or Experimental Mechanics" and the work "The Course of Industrial Mechanics, Read by Masters and Workers", etc.

Keywords: life and creativity, pure mathematics, projective geometry, industrial mechanics, machine theory, physics, work,

References

1. Aslanov, R.M., Matrosov V.L. (2014) Predshestvenniki sovremennoi` matematiki. Istoriko-matematicheskie ocherki v piati tomakh. Tom V (chast`1). [Predecessors of modern mathematics. Historical and mathematical essays in five volumes. Volume V (part 1)] M. "Prometheus", pp. 9 - 17, 668c.
2. Bogolyubov, A.N. (1988) Zhan Victor Ponsele, 1788—1867 (Nauchno-biograficheskaya seriya) [Jean Victor Poncelet, 1788-1867 (Scientific and Biographical Series)]. M.: Nauka. 224 p.
3. Bogolyubov, A.N. (1983) Matematiki. Mehaniki. Biograficheskii` spravochnik [Mathematics. Mechanics. Biographical reference.]. Kiev: Naukova Dumka. 639 p.
4. Veselovsky, I.N. (1974) Ocherki po istorii teoreticheskoi` mehaniki. [Essays on the history of theoretical mechanics]. Moscow: Higher School. 287 p.
5. Matematika XIX veka. Tom 2: Geometriia. Teoriia analiticheskikh funktsii` [Mathematics of the XIX century. Volume 2: Geometry. The theory of analytic functions]. Ed. AN Kolmogorov, AP Yushkevich. - Moscow: Nauka, 1981. 272 p.
6. Moiseev, N.D. (1961) Ocherki istorii razvitiia mehaniki [Essays on the history of the development of mechanics]. Moscow: Izd-vo Mosk. University. 478 p.
7. Pogrebysky, I.B. (1964) Ot Lagranzha k E`i`nshtein`nu: Klassicheskaya mehanika XIX veka. [From Lagrange to Einstein: Classical mechanics of the XIX century]. Moscow: Nauka. 327 p.
8. Poncelet, Jean-Victor // Encyclopedic Dictionary of Brockhaus and Efron: 86 t. (82 t. And 4 ext.). St. Petersburg, 1890-1907.
9. Stroyk, D.Ya. (1984) Kratkii` ocherk istorii matematiki [A short sketch of the history of mathematics. 4 th ed]. Moscow: Nauka. 284 p.
10. Tyulina, I.A. (1979) Istoriia i metodologiya mehaniki [History and methodology of mechanics]. Moscow: Izd-vo Mosk. University. 282 p.

УДК 378 | **РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ**

Ирина Васильевна Дробышева
д.п.н., профессор
ivdrobysheva@fa.ru
г. Калуга

Калужский филиал Финансового
университета при Правительстве
Российской Федерации

Аннотация. На основе сравнения потенциала содержания математических дисциплин и результатов диагностики студентов-первокурсников делается вывод о том, что дифференцированный подход при обучении математике является необходимым условием успешной реализации ФГОС ВО. В статье представлена характеристика семинарских занятий, как основного элемента процессуального компонента технологии дифференцированного компетентностно-ориентированного обучения, обеспечивающих ее реализацию. На основе соотнесения образовательных целей семинарских занятий, индивидуальных особенностей студентов, значимых для их достижения, и формируемых у студентов способностей раскрывается специфика четырех возможных видов семинарских занятий. Преобладающей формой проведения семинарских занятий, основная цель которых состоит в открытии студентами новых элементов содержания, приобретении опыта самостоятельной исследовательской деятельности, овладениями элементами содержания на уровне достаточном для построения и исследования соответствующих математических моделей является групповая. Основаниями для формирования микрогрупп студентов являются такие индивидуальные особенности, как вид мышления, сформированность приемов мыслительной деятельности, качеств мышления, уровень усвоения изученного ранее учебного содержания. Пять видов консультаций, проводимых со студентами, – это второй элемент процессуального компонента технологии дифференцированного компетентностно-ориентированного обучения. Вводные и коррекционные консультации проводятся с целью повышения уровня усвоения студентами элементов содержания школьного курса математики, являющихся опорными при изучении математических дисциплин в вузе. Целью модульных консультаций является оказание помощи студентам для овладения содержанием математических дисциплин на уровне не ниже базового. Проектные консультации, являясь средством оказания студентам помощи при выполнении учебно-исследовательских проектов, способствуют овладению студентами способностями к поиску и адаптации информации, самообразованию, принятию управленческих решений и др. Личностные консультации направлены на формирование свойств подструктур личности студентов. Представленная в статье система элементов процессуального компонента, подкрепленная дифференцированным содержанием, составляет основу реализации технологии дифференцированного компетентностно-ориентированного обучения студентов математике.

Ключевые слова: дифференцированный подход, индивидуальные особенности, семинарские занятия, консультации, индивидуализированное содержание.

Начиная с 2009-2010 гг. в систему высшего образования России внедрены Федеральные государственные образовательные стандарты, теоретическую платформу которых составляют системно-деятельностный и компетентностный подходы. Их реализация предполагает, что в результате обучения в вузе у студентов должен быть сформирован комплекс способностей, необходимых для успешного выполнения ими профессиональной деятельности. Исходя из того, что овладение студентами любой из спо-

способностей предполагает приобретение ими знаний, лежащих в ее основе, умений по их применению, опыта осуществления соответствующей деятельности и готовности к ее выполнению, можно говорить о трех компонентах структуры компетенции: когнитивном, праксиологическом и аксиологическом.

Говоря о формировании компетенций при обучении студентов математике, необходимо иметь в виду ее богатый развивающее-прикладной потенциал, проявляющийся как в возможностях математики в формировании различных подструктур структуры личности, так и широком спектре приложений математики в различных областях действительности. Это означает, что при обучении студентов математике имеется объективная возможность, опираясь на имеющийся у них субъектный опыт, включающий предметные знания и умения, знания и умения по выполнению умственных действий, формировать способности, необходимые, как для выполнения любой интеллектуальной деятельности, так и будущей профессиональной деятельности, связанной с применением математических методов, построением и исследованием математических моделей.

В тоже время результаты диагностики первокурсников показывают значительную дифференциацию в их субъектном опыте, в первую очередь, в уровнях овладения содержанием школьного курса математики, метапредметными знаниями, умениями, приемами мыслительной деятельности. Кроме того, различия в уровнях сформированности свойств познавательных процессов, значительное повышение абстрактности содержания вузовского курса математики по сравнению со школьным усиливают различия в уровнях усвоения студентами элементов содержания вузовских математических дисциплин. Сказанное свидетельствует о том, что необходимым условием реализации компетентностно-ориентированного обучения студентов математике является дифференцированный подход.

Теоретические основания и сущность разработанной технологии дифференцированного компетентностно-ориентированного обучения студентов математике раскрыты в работах [1], [2], [3], [4] и др. В частности, в работах [3], [4] раскрыты сущность и направления реализации принципов предметной приоритетности, сотрудничества и совместной деятельности, приоритета самостоятельной работы студентов, постоянной обратной связи и системности, составляющих основу концепции дифференцированного обучения студентов математике.

В статье [2] охарактеризованы этапы проектирования индивидуально-групповых образовательных траекторий (ИГОТ) студентов, под которыми понимают программы овладения как отдельными обучающимися, так и их группами, дисциплиной (модулем) на основе учета их субъектного опыта и формирования свойств, составляющих данный опыт.

В работе [1] обозначены условия осуществления технологии дифференцированного компетентностно-ориентированного обучения математике. Среди них положения об открытости диагностики индивидуальных особенностей обучающихся, необходимости учета индивидуальных особенностей студентов на всех этапах учебно-познавательной математической деятельности, приоритете системы обучения, ведущими элементами которой являются семинарские и консультационные занятия, обеспечивающие открытие студентами нового учебного содержания и овладение им. Последнее из представленных условий указывает на два основных взаимосвязанных процессуальных элемента реализации технологии.

Отличительной особенностью семинарских (практических) занятий является приоритет использования при их проведении групповой формы работы. Формирование микрогрупп осуществляется на основе схожести индивидуальных особенностей, значимых для достижения их ведущей образовательной цели. Исходя из нее, занятия де-

лятся на четыре вида. К первому виду относятся те из них, основная цель которых связана с открытием новых элементов знаний. В рамках проведения занятий этого вида студенты, работая в микрогруппах, самостоятельно открывают и формулируют неизвестные им ранее правила, свойства понятий. В заключительной части занятия выводы, полученные всеми микрогруппами, обсуждаются и при необходимости корректируются. Вторая важная цель занятий этой группы связана с повышением уровня личностного развития студентов, формированием общекультурных компетенций, в частности, способностью работать в команде. При формировании микрогрупп, на которые делится учебная группа, приоритетными являются такие индивидуальные особенности, как вид мышления, определяющий форму представления учебных материалов, с которыми будут работать студенты, и сформированность приемов мыслительной деятельности.

Так, при проведении занятия на тему «Действия над матрицами» учебная группа студентов, исходя из результатов диагностики, была условно разделена на три микрогруппы. В состав первой вошли студенты с преобладающим словесно-логическим мышлением и высоким уровнем сформированности таких приемов мыслительной деятельности, как анализ, абстрагирование и обобщение. Вторую группу составили студенты с преобладающим наглядно-образным мышлением и высоким уровнем указанных приемов мыслительной деятельности. Третья группа отличалась от второй тем, что студенты испытывали затруднения при выполнении приемов мыслительной деятельности и, в частности, действия обобщения. Количество студентов в каждой микрогруппе не превосходило 4-5 человек. Предлагаемый студентам порядок выполнения заданий в микрогруппе включал шаги: самостоятельно каждому студенту продумать вариант выполнения задания, обменяться с соседом информацией и затем в четверке обсудить и реализовать план решения задания. Первой микрогруппе студентов во всех заданиях, для выполнения которых необходимо было ввести правило выполнения действия над матрицами, описывалась практико-ориентированная ситуация без указания конкретных данных. Например, для введения операции умножения матриц предлагалось представить, что матрицами заданы нормы затрат нескольких видов сырья для производства на различных предприятиях одинаковых типов продукции, объемы выпуска этих типов продукции на каждом из предприятий. Требуется найти правило, по которому можно определить расход каждого вида сырья для производства изделий на каждом из предприятий. Второе задание состояло в том, что предлагалось ввести название полученного правила, выяснить, к каким из матриц

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ -2 & 5 & 0 \\ 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 6 \\ 7 & 0 & -2 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 6 & 1 \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} 5 \\ -1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

его можно применить, сделать это.

Второй микрогруппе для получения и осмысления правила умножения матриц предлагалось решить задачу с конкретными данными следующего вида.

Пусть $H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & 3 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.- нормы расхода четырех видов сырья на производство

трех видов изделий,

$$S = \begin{pmatrix} 10 & 5 \\ 8 & 8 \\ 4 & 6 \\ 5 & 8 \end{pmatrix} - \text{матрица себестоимости каждого вида сырья и его доставки.}$$

Определите затраты на сырье для каждого вида изделий и его доставку». По окончании решения студентам предлагалось его проанализировать, ввести название операции, выполненной над матрицами, составить соответствующее правило и, используя его, произвести такую операцию над матрицами А и В, если

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 4 & 0 & -2 \end{pmatrix}.$$

Третья микрогруппа работала по таким же заданиям, как и вторая микрогруппа. Однако при их выполнении студенты получали помощь со стороны преподавателя. Так, по окончании решения практико-ориентированной задачи вместе со студентами обсуждался вопрос, можно ли было матрицы–множители поменять местами, возможно ли было решение задачи, если бы матрица S имела размер 3x2. Что бы это означало?

Приоритетной образовательной целью второго вида семинарских занятий является усвоение студентами элементов содержания на уровне применения в стандартной и нестандартной ситуации, в том числе для решения профессионально-ориентированных задач. Другими словами, данный вид семинарских занятий направлен на формирование у студентов способности строить и исследовать математические модели. С точки зрения компетентностного подхода в условиях реализации технологии дифференцированного обучения это означает, что способность может быть сформирована на продвинутом или высоком уровнях. Знание студентами соответствующего теоретического материала на уровнях распознавания и воспроизведения является необходимым условием достижения цели занятия. Исходя из этого, занятия данного вида целесообразно начинать с этапа проверки знания студентами теоретических фактов, результаты которого будут одним из оснований деления группы на микрогруппы.

Для этого используется тестирование в режиме on-line. Первую микрогруппу составляют студенты, выполнившие все тестовые задания, обладающие высоким уровнем сформированности мыслительных операций. Эта группа студентов работает самостоятельно, задачи, предлагаемые им, являются многошаговыми, при их решении используется комбинация нескольких элементов нового и ранее изученного содержания. С целью развития гибкости и критичности мышления в набор задач включаются такие, которые имеют несколько способов решения или содержат противоречащие данные. Вторую микрогруппу составляют студенты, имеющие незначительные пробелы в знании теоретического материала, обладающие также высоким уровнем сформированности мыслительных операций.

Работа этой группы начинается с повторения теоретических фактов, по которым был отрицательный результат тестирования. Далее содержание работы такое же, как у первой группы. Третью и четвертую группу составляют студенты, показавшие низкий уровень знания теоретического материала. После самостоятельной работы по его изучению они повторно проходят тестирование, по результатам которого допускаются или не допускаются к работе, определяемой целью занятия. В третью группу включают студентов, у которых средний уровень сформированности приемов мыслительной деятельности и в первую очередь анализа и синтеза, в четвертую группу – студентов с низким уровнем сформированности приемов мыслительной деятельности.

Задания, предлагаемые студентам этих групп, делятся на две части. В первую часть включены одношаговые задачи на прямое применение одного теоретического факта, данные в этих задачах представлены величинами, значения которых – конкретные числа. Вторую часть составляют задачи, решение которых содержит два и более шагов. Студенты третьей группы с этой частью задач работают самостоятельно, но им предлагается значительная система помощи в виде указаний, помогающих осуществить поиск способа решения задачи, разбиение задачи на подзадачи. Со студентами четвертой группы работает преподаватель или консультант из числа наиболее подготовленных студентов, который организует работу в форме эвристической беседы на этапах поиска способа решения задач, анализа проведенных решений.

Основная образовательная цель третьего вида семинарских занятий – расширение и систематизация знаний студентов по изучаемой дисциплине, в том числе ее прикладном потенциале. К этому виду относятся занятия, на которых студенты представляют и защищают результаты самостоятельной работы, выполненной в форме поисковых, конструктивных, исследовательских проектов. Защиты проектов включает выступление студента, сопровождаемое презентацией, ответы на вопросы аудитории, качественная оценка содержания доклада, его представления и ответов на вопросы группой экспертов.

Исходя из этого, в ходе процедуры защиты студенты приобретают опыт публичных выступлений, у них формируется способность к коммуникации. Кроме того, подготовка студентов к этому этапу работы над проектом направлена на формирование у них способностей к обработке данных, представлению их в форме, удобной для восприятия слушателями, к выбору и использованию информационных средств для представления информации.

Реализация дифференцированного подхода, связанная с формированием у студентов указанных способностей, обеспечивается изучением и анализом образцов выступлений, помощью со стороны преподавателя при составлении плана выступления, формулировке выводов, подборе задач и т.д.

Контроль овладения студентами учебным содержанием и компетенциями является основной целью семинарских занятий четвертого вида. Форма их проведения – индивидуальная, содержание – индивидуализированное. Задания, включенные в контролирующие самостоятельные работы, условно разделены на три части.

Первая часть содержит одношаговые задания, цель которых проверить знание соответствующего теоретического материала.

Вторая группа заданий ориентирована на проверку знаний и умений студентов использовать ориентировочные основы действий, соответствующие изученному содержанию. Поэтому в эту часть включены типовые стандартные задачи. Третья часть направлена на выявление уровня овладения студентами приемами мыслительной деятельности, качествами мышления, способностями строить и исследовать математические модели. Исходя из этого, в нее включены нестандартные задачи, решение которых требует использования приемов анализа, сравнения, аналогии, обобщения, таких качеств мышления, как гибкость и критичность. Формирование умения строить и исследовать математические модели реализуется посредством решения задач с профессионально-ориентированным содержанием, с параметрами.

Таким образом, система семинарских занятий, включающая четыре их вида, обеспечивает реализацию дифференцированной технологии обучения при условии формирования микрогрупп студентов на основе учета их индивидуальных особенностей и использования содержания, дифференцированного по сложности заданий, форме

представления учебных материалов и помощи, оказываемой студентам в виде дополнительных вопросов, рекомендаций, указаний, образцов рассуждений и т.д.

Рассмотрение консультаций в качестве второго элемента процессуального компонента технологии дифференцированного обучения, обусловлено необходимостью оказания помощи студентам, устраняющим недостатки в школьной математической подготовке, в личностном развитии, в восприятии элементов вузовских математических дисциплин, в выполнении самостоятельных работ и т.д. Исходя из этого, разработана система индивидуально-групповых консультаций студентов, включающая пять их видов, имеющих место при изучении студентами любого учебного модуля, и отличающихся целями, формами проведения и содержанием.

Первый вид консультаций – это вводные индивидуальные консультации. Их цель – составление плана коррекционной работы, направленной на повышение уровня усвоения содержания школьной математики. В ходе беседы преподавателя и студента выявляются причины допущенных при диагностике ошибок, уточняются вопросы школьного курса математики, уровень усвоения которых необходимо повысить, составляется план индивидуальной коррекционной работы студента, направленной на повышение уровня усвоения знаний школьной математики. Посещение консультации данного вида является обязательным для студентов.

Второй вид консультаций, тесно связанный с первым, – это коррекционные консультации. Их цель – контроль за выполнением студентами плана коррекционной работы. На консультации обсуждаются проблемы, возникшие у студентов при выполнении заданий, включенных в индивидуальный коррекционный план работы, и при необходимости вносятся в него изменения. Консультация может проводиться в групповой форме, при этом в микрогруппы численностью 4-5 человек включают студентов, у которых совпадают соответствующие фрагменты плана коррекционной работы.

Третий вид консультаций – модульные. Их цель – обеспечить овладение каждым студентом содержанием изучаемого модуля и формируемыми при этом компетенциями на уровне не ниже базового. Они делятся на две группы. Первая группа модульных консультаций проводится со студентами, испытывающими затруднения при изучении содержания модуля и овладении компетенциями.

В рамках данных консультаций используются следующие приемы работы:

- беседы с целью выявления вопросов, усвоение которых вызывает затруднение у студентов;
- дополнительное разъяснение теоретических положений и способов действий, составляющих основу решения определенных типов задач;
- составление совместно со студентами ориентировочных основ действий на основе изученных теоретических фактов;
- коллективная работа по решению стандартных задач указанного типа;
- работа студентов с программой-тренажером по решению задач.

Вторая группа модульных консультаций – это консультации для студентов, желающих расширить знания по изучаемому модулю, приобрести опыт решения исследовательских задач, повысить уровень овладения компетенциями. Для достижения этой цели преподаватель предоставляет студентам информацию о сущности дополнительных вопросов, их практической значимости.

На основе этого выявляется перечень вопросов, ознакомление с которыми вызывает интерес у студентов. В рамках этой группы консультаций студенты получают помощь от преподавателя в решении исследовательских задач в части поиска способа решения, выявления наиболее рационального способа.

ФГОС ВО по всем направлениям подготовки как на уровне бакалавриата (специалитета), так и магистратуры предусмотрен значительный объем самостоятельной работы студентов. В работе [5] представлены виды самостоятельных работ, выполнение которых обеспечивает студентам приобретение опыта самостоятельной продуктивной деятельности.

Ведущими среди них являются самостоятельные работы по выполнению учебно-исследовательских проектов. Исходя из этого, четвертым видом консультаций являются проектные консультации. Этот вид консультаций может проводиться, как в групповой, так и индивидуальной формах.

Цель проектных консультаций при выполнении студентами поисковых проектов, ориентированных на самостоятельный поиск информации и ее использование для решения математических и профессионально-ориентированных задач, состоит в оказании студентам помощи по поиску источников информации, составлению плана проекта, синтезу, структурированию, адаптации найденных материалов, преобразованию информации, исходя из формы ее представления и т.д.

Цель консультаций при выполнении студентами конструктивных проектов, направленных на приобретение ими опыта составления учебных заданий, постановки вопросов, приобретении способности в устной и письменной форме выражать мысли состоит в том, чтобы помочь студентам определить и сформулировать условия, которым должны удовлетворять конструируемые материалы, установить их виды, обсудить правильность постановки вопросов и заданий.

При выполнении исследовательских проектов, направленных на открытие студентами субъективно новых элементов содержания, в рамках консультаций студентам может быть оказана помощь, связанная с поиском открытия закономерностей, обобщением экспериментальных данных, проведением рассуждений с целью поиска способов доказательства, составлением ориентировочных основ действий и т.д.

Личностные консультации, целью которых является оказание помощи студентам в их самообразовании и саморазвитии, проводятся в индивидуальной форме. На первой консультации данного вида совместно со студентами на основе психологической диагностики выявляются элементы подструктур личности, повышение уровня сформированности которых позволит эффективнее овладевать математическими дисциплинами и их приложениями в будущей профессиональной деятельности. Составляется план устранения выявленных недостатков.

По мере выполнения заданий, направленных на формирование выявленных свойств личности, или возникновения трудностей с их выполнением проводятся следующие консультации данного вида.

В реальной практике обучения имеет место совмещение консультации различных видов. Так, наиболее часто совмещаются такие виды консультаций, как вводные и личностные, модульные и личностные.

Исходя из того, что самостоятельная работа студентов, связанная с выполнением различных видов учебно-исследовательских проектов, подготовкой к семинарским занятиям, семинарские и консультационные занятия охватывают не менее 80% времени, отводимого студентам на изучение дисциплины, можно утверждать, что семинарские и консультационные занятия являются ведущими формами реализации технологии дифференцированного комтетентностно-ориентированного обучения математике студентов вузов.

Список литературы

1. Дробышева И.В., Дробышев Ю.А. Дифференцированное компетентностно-ориентированное обучение студентов математике: условия, этапы проектирования и осуществления // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2; URL: <http://www.science-education.ru/129-21920> (дата обращения: 18.04.2018).
2. Дробышева И.В. Об этапах проектирования индивидуально-групповых образовательных траекторий обучения студентов математике // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6 URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=15377> (дата обращения: 18.04.2018).
3. Дробышева И.В., Дробышев Ю.А., Дробышева С.Ю., Лабчук Н.С. О принципах дифференцированного обучения студентов математике // Труды регионального конкурса научных проектов в области гуманитарных наук. Выпуск 15. Калуга: Калужский государственный институт развития образования, 2015. С. 226-231
4. Дробышева И.В. Принцип предметной приоритетности и особенности его реализации // Актуальные проблемы обучения математике. Сб. научных трудов. Выпуск 12. / Под ред. Ю.А. Дробышева. Калуга: ИД «Эйдос», 2014. С.49-55
5. Дробышева И.В., Дробышев Ю.А. Средства повышения эффективности обучения математике в условиях реализации компетентностного подхода // Ученые записки Орловского государственного университета. 2018. №1. С.239-242

PROCEDURAL COMPONENTS OF A DIFFERENTIATED COMPETENCY-BASED LEARNING MATHEMATICS STUDENTS

I. Drobysheva
Dr. Sci. (Pedagogy), professor
ivdrobysheva@fa.ru
Kaluga

Kaluga Branch of Financial University
under the Government
of the Russian Federation

Abstract. Comparison of the potential of the content of mathematical disciplines and the results of diagnostics of first-year students leads to the conclusion that a differentiated approach in teaching mathematics is a necessary condition for the successful implementation of the Federal state educational standards of higher education. The article presents the characteristics of seminars, as the main element of the procedural component of the technology of differentiated competence-based training, ensuring its implementation. The specificity of four types of seminars is revealed on the basis of correlation of educational objectives of seminars, individual characteristics of students, important for their achievement, and abilities formed in students. The predominant form of seminars is a group if their main purpose is to open students new elements of content, gaining experience of independent research, mastering the elements of content at a level sufficient for the construction and study of relevant mathematical models. The grounds for the formation of microgroups of students are such individual features as the type of thinking, the formation of mental activity techniques, qualities of thinking, the level of assimilation of the previously studied educational content. The second element of the procedural component of the technology of differentiated competence-based training is five types of consultations. The purpose of introductory and correctional consultations is to increase the level of assimilation by students of the elements of the content of the school mathematics course, which are basic in the study

of mathematical disciplines in higher education. The purpose of the modular consultations is to assist students to master the content of mathematical disciplines at a level not lower than the basic one. Project consultations, as a means of assisting students in the implementation of educational and research projects, contribute to the mastery of students' abilities to search for and adapt information, self-education, managerial decision-making, etc. Personal consultations are aimed at the formation of the properties of the substructures of the personality of students. The system of elements of the procedural component presented in the article, supported by the differentiated content, forms the basis for the implementation of the technology of differentiated competence-based learning of students in mathematics.

Key words: differentiated approach, individual peculiarities, seminars, consultations, individualized content.

References

1. Drobysheva I.V., Drobyshch Yu.A. (2015) *Differentsirovannoe kompetentnostno-orientirovannoe obucheniye studentov matematike: usloviya, etapy` proektirovaniya i osushchestvleniya* [Differentiated competence-oriented training of students in mathematics: conditions, stages of design and implementation] // Modern problems of science and education. No. 2; URL: <http://www.science-education.com/129-21920>
2. Drobysheva I.V. (2014) *Ob etapakh proektirovaniya individual`no-gruppy`kh obrazovatel`ny`kh traektorii` obucheniya studentov matematike* [On the stages of designing individual-group educational trajectories for teaching students in mathematics] // Modern problems of science and education. No. 6 URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=15377>
3. Drobysheva I.V., Drobyshch Yu.A., Drobysheva S.Yu., Labchuk N.S. (2015) *O printcipakh differentsirovannogo obucheniya studentov matematike* [On the principles of differentiated teaching of students in mathematics] // Proceedings of the Regional Contest of Scientific Projects in the Humanities. Issue 15. Kaluga: Kaluga State Institute for the Development of Education. p. 226-231
4. Drobysheva I.V. (2014) *Printsip predmetnoi` prioritnosti i osobennosti ego realizatsii* [Principle of subject priority and features of its implementation] // Actual problems of teaching mathematics. Sat. scientific papers. Issue 12. / Ed. Yu.A. Drobysheva. Kaluga: Eidos Publishing House. p.49-55
5. Drobysheva I.V., Drobyshch Yu.A. (2018) *Sredstva pov`sheniya e`ffektivnosti obucheniya matematike v usloviyakh realizatsii kompetentnogo podhoda* [Means of increasing the effectiveness of teaching mathematics in the context of the implementation of the competence approach] // Uchenye zapiski Orel State University. №1. p.239-242.

УДК 378.14 | **СИНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ**

Владимир Афанасьевич Тестов
д.п.н., профессор
vladafan@inbox.ru
г. Вологда

Вологодский государственный
университет

Олег Борисович Голубев
к.п.н., доцент
oleg_golubev@mail.ru
г. Вологда

Вологодский государственный
университет

Никита Евгеньевич Смирнов
научный сотрудник
e.smirnov@yspu.org
г. Ярославль

Ярославский государственный
педагогический университет

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда,
проект № 16-18-10304.*

Аннотация. В статье рассматривается необходимость применения в обучении математике синергии электронных и традиционных технологий. Показываются как положительные, так и отрицательные стороны использования цифровых технологий. При использовании таких технологий возникает целый ряд проблем, вытекающих из-за недостаточного объема совместной творческой работы обучающихся с преподавателем. У представителей цифрового поколения снижается собственная познавательная активность, сокращается объем рабочей памяти, отмечается фрагментарность и бессистемность наличных знаний, фиксация внимания на внешних сторонах проблемы, отсутствие потребности понять представленный материал. Особое внимание уделено проблеме понимания в обучении математике с применением электронных средств как в школе, так и в вузе. В условиях цифрового обучения учащемуся без помощи учителя значительно сложнее выявить существенные свойства изучаемого объекта и построить его целостность. Более перспективными являются различные разновидности смешанного обучения, которые строятся на дополняющих друг друга электронных формах и традиционных формах занятий. Такое обучение, основанное на синергии форм личного контакта обучающегося с преподавателем и дистанционного виртуального обучения, может обеспечить более высокий образовательный эффект.

Ключевые слова: обучающие технологии; электронное обучение; смешанное обучение; проблема понимания; проблема мотивации.

Образование XXI века вполне обоснованно тесно связывают с развитием электронных технологий, на которые возлагаются большие надежды в повышении качества образования, приведении его в соответствие с потребностями общества. В настоящее время в педагогическом сообществе активно обсуждается необходимость разработки на основе использования Интернета и локальных сетей новых обучающих технологий, способных обеспечить «прорывное» развитие образования. Такие технологии по мне-

нию ряда ученых должны позволить решить ряд проблем, стоящих перед современной школой и высшими учебными заведениями.

В результате интенсивного расширения цифровых технологий условия для образования ныне в корне поменялись. У человека появляются немалые дополнительные возможности реализовать собственный интеллектуальный потенциал. Цифровые технологии оказывают глубокое воздействие на человеческую личность, однако различные аспекты этого влияния до сих пор глубоко не изучены. Молодые люди развиваются в динамичной информационной среде, быстро осваивают новые коммуникационные и информационные средства и технологии. Однако, большинство учащихся привыкает рассматривать эти средства и технологии чаще всего только как инструменты общения, развлечения, релаксации. Изменяется психологическая сфера «поколения цифры»: стиль мышления сегодняшних школьников и студентов за счет их постоянного общения в сети с масс-медиа становится образно-эмоциональным и все меньше тяготеет к абстрактным построениям, преобладающим становится фрагментарно-клиповое мышление, мышление образами. Целостность знания нарушается, отдельные фрагменты информации, полученные без особых умственных усилий из Интернета, не приучают учеников трудиться, создают иллюзию простоты добывания новых знаний и пребывания пользователя на переднем крае науки и техники. Все это идет вразрез с привычным стилем освоения учебного материала и со сложившимся методами усвоения содержания образования.

Педагогическое сообщество оказалось не готово как к широкому использованию в учебно-воспитательном процессе преимуществ и достоинств сетевых технологий, так и к тем негативным явлениям, которые связаны с тотальной компьютеризацией. Первоначально причины этих негативных явлений виделись в недостаточной научной проработанности методических подходов, которые использовались при внедрении в обучение таких новых технологий. Но позднее стало ясно, что нужна принципиально другая методологическая основа образования, необходимо радикальное обновление целей, содержания, форм, методов и средств обучения с учетом протекания информационных и коммуникационных процессов, в которых вырастает современная молодежь.

В педагогической практике наиболее распространено применение ИКТ как вспомогательных средств обучения, делающих процесс обучения более результативным, устраняющих его рутинные элементы. Но насколько при этом повышается эффективность обучения, доказательно не выявлено. Образование, являясь консервативной отраслью деятельности, происходящие изменения пока поддерживает очень ограниченно [Иванова, Осмоловская, 2017].

В связи с этим естественно возникает вопрос: а стоит ли следовать радикальному разрыву с традициями классического образования? Вопрос весьма дискуссионный, ибо это замена живого общения, реального наставничества техническими средствами передачи информации. При переходе на цифровые технологии педагогическому сообществу прежде всего необходимо иметь достаточно надежную научную базу.

У электронных технологий в образовании имеется целый ряд положительных особенностей использования: подвижные временные рамки, позволяющие вести обучение в индивидуальном темпе; отсутствие жестких пространственных регламентаций и т.д. Однако практика электронного обучения показала, что у такого обучения имеются и недостатки, часть из которых носит долговременный и принципиальный характер. Как оказалось, с наибольшими трудностями электронная форма обучения внедряется в преподавание предметов, в которых важную роль играет логическое мышление и большая степень абстракции. К числу таких предметов относится и математика.

По наблюдениям психологов и преподавателей у представителей цифрового поколения снижается собственная познавательная активность, сокращается объем рабочей памяти, отмечается фрагментарность и бессистемность наличных знаний, отсут-

ствие четких представлений о границах собственного знания, неумение отличать значимую и второстепенную информацию, фиксация внимания на внешних сторонах проблемы, отсутствие потребности понять представленный материал и т.п. [Клековкин, 2014].

Хотя за рубежом цифровые технологии стали внедряться намного раньше, чем в России, однако выводы и рекомендации зарубежных специалистов очень противоречивы. Яркие апологеты внедрения в обучение цифровых технологий по большей части голословно утверждают, что в цифровом обществе утрата способностей к традиционному фундаментальному образованию может быть не отрицательной, а положительной тенденцией в развитии мозга. По их мнению, указанные негативные явления в развитии мозга являются таковыми лишь с точки зрения традиционной педагогической науки, что предметные системные знания, которые мы привыкли давать в школе и вузе, новому поколению не нужны, что они только засоряют нашу память, блокируют истинные творческие способности человека [Клековкин, 2017].

Однако большинство публикаций зарубежных специалистов все же носит более критический характер. Ученые разных стран мира провели большое количество исследований по воздействию сетевых технологий на развитие мозга школьников и студентов. В обобщенном виде эти результаты представлены в книге немецкого нейробиолога и психиатра Манфреда Шпитнера. Этот ученый убедительно обосновывает, что цифровые технологии – благо только для тех, кто имеет хорошую образовательную подготовку, для них они действительно становятся инструментом для получения и развития новых знаний. Однако на детей, у которых мозг еще полностью не сформировался, они могут оказать пагубное влияние. Обучение всегда предполагает самостоятельную умственную работу: чем активнее и глубже мозг обрабатывает информацию, тем лучше она будет усвоена. Компьютеры же делают умственную работу за людей и поэтому они не годятся для обучения. Использование сетей и компьютеров в образовании ведет к формированию у детей поверхностного мышления [2014].

В силу этих причин в тех странах, где массовое внедрение цифровой техники и технологий началось гораздо раньше, чем в России, в элитных школах, а также в семьях с высоким уровнем образования стали ограничивать общение детей с различными гаджетами и даже запрещать пользоваться ими до определенного возраста.

Указанные отрицательные моменты применения цифровых технологий ярко проявились при изучении математики. В этом предмете, как в никаком другом, для усвоения материала необходимо достичь понимания. Для достижения понимания необходимо наличие в единстве нескольких основных параметров: выявление существенных свойств объекта, установление значимых связей внутри объекта и вне его, построение целостности изучаемого объекта. Сделать же это в условиях цифрового обучения оказалось значительно сложнее, поэтому при такой форме изучения математических курсов достичь понимания удастся немногим студентам.

Понимание, как отмечают многие ученые, возникает тогда, когда есть активное обучение. А одним из недостатков распространенной в настоящее время методики электронного обучения математике является его пассивность. При электронном обучении часто происходит замена диалога преподавателя и обучающихся на пассивное восприятие учащимися презентаций, видео- и слайд-лекций. Все это приводит к обострению проблемы понимания и к далеко неоднозначным результатам, которые вызывают определенную тревогу за качество электронного обучения математике.

В обучении говорящий всегда переводит свою мысль с внутреннего, семантического языка на естественный язык, а слушающий (читающий) с естественного языка на семантический. С этой точки зрения каждый человек мыслит на своем собственном языке. При электронном обучении преподаватели общаются не с одним студентом и даже не с группой студентов, а через сеть и электронные учебники с большим потоком

студентов и им приходится иметь в виду некий совершенно усредненный «язык мышления».

Для нацеленности обучения на понимание необходим диалог, но, чтобы он возник, нужна определенная, с учетом специфики математики, организация учебного материала. Процесс обучения, нацеленный на понимание, обычно становится нелинейным, более объемным и трудоемким, в нем появляются параметры глубины и т.п. Предполагается, что электронное образование создает все условия для повышения качества обучения. Однако практика электронного обучения показала, что при этой системе обучения возникает целый ряд новых проблем, вытекающих из-за недостаточного объема совместной творческой работы обучающихся с преподавателем.

Для достижения понимания необходимо создание в процессе обучения проблемных ситуаций. Такие проблемные ситуации возникают при изучении конкретного математического материала, в котором обозначено противоречие. Но эффективное разрешение таких ситуаций возможно только в диалоге с преподавателем (учителем) или с другими обучающимися. Такую диалогичность изложения в принципе можно организовать в электронных учебных материалах по любому предмету, в том числе по математике. Но дело остается за самым трудным – учетом индивидуального когнитивного стиля каждого обучающегося и его интересов. Пока электронные средства в этом отношении не могут конкурировать с преподавателем.

Профессиональные качества преподавателя всегда являлись основой качества образования. С развитием цифровых технологий роль педагога не только не уменьшилась, а наоборот возросла. В новой информационной среде преподаватель остается важнейшим звеном процесса обучения, заменить которого электронная образовательная среда никоим образом не может. На основе изучения большого массива информации, относящейся к эффективности работы учителей, исследователями было установлено, что большие различия в результатах обучения обусловлены в первую очередь качеством работы учителей, а не использованием электронной техники.

Между тем электронные *сетевые технологии предоставляют большие возможности в организации совместной деятельности преподавателей и обучающихся, индивидуализации учебного процесса, трансформации обучения в самообучение и самообразование; позволяют осуществить организацию интерактивных занятий и коллективного преподавания, а также различных форм контроля* [Тестов, 2014].

В Вологодском государственном университете электронные сетевые технологии в сочетании с традиционными используются при обучении математике, но, прежде всего, студентов-гуманитариев. Для таких студентов первоочередной является проблема мотивации, проблема развития познавательной активности. Как показал опыт, сетевые технологии способствуют решению этой проблемы, сопряжению гуманитарных и математических знаний, сближению процессов обучения и исследования, повышению познавательной активности студентов [Тестов, Голубев, 2015, 2016].

В последнее время за рубежом и в России все шире стали применяться различные разновидности смешанного обучения (*blended learning*), которые строятся на дополняющих друг друга *on-line* и аудиторных занятиях (лицом к лицу). Смешанное обучение предполагает синергию обучения в форме личного контакта обучающегося с преподавателем, осуществляемого здесь и сейчас, и дистанционного обучения, взаимодействие с педагогом в котором осуществляется виртуально, возможно, в режиме отсроченных действий. Педагог выступает в роли консультанта, помощника в рассмотрении наиболее сложных вопросов содержания образования, при этом обучающийся контролирует время, место, путь и темп своего обучения [Иванова, Осмоловская, 2017].

Смешанное обучение имеет целый ряд преимуществ, его можно рассматривать как расширенное использование возможностей информационно-образовательной среды в учебном процессе. Однако уже первые попытки применения в российских школах

наиболее распространенных на Западе моделей смешанного обучения «перевернутый класс» и «смена рабочих зон» показали, что при изучении математики эти модели требуют существенной корректировки.

Таким образом, цифровые технологии не являются панацеей, они имеют ряд существенных ограничений. Поэтому их следует вводить не как замену традиционного аудиторного обучения, а добиваться гармоничного сочетания, синергии этих двух видов обучения. Необходимо приложить еще много усилий ученым, методистам, преподавателям, чтобы разработать принципиально новые учебные пособия, выработать новые, нетрадиционные методы, приемы и средства учебной деятельности, которые обеспечили бы высокий образовательный эффект синергии цифровых и традиционных технологий в обучении математике.

Список литературы

1. Иванова Е.О., Осмоловская И.М. Перспективные обучающие технологии // Педагогика, 2017, №1. С. 3-9.
2. Клековкин Г.А. Проблемы обучения в условиях открытого информационного пространства // Образование и наука. 2014, №7. С. 4-23.
3. Клековкин Г.А. Обучение математике в цифровом обществе // Н.И. Лобачевский и математическое образование в России: материалы Международного форума по математическому образованию, 18-22 октября 2017 г. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. Т.1. С. 52-56.
4. Тестов В.А. Математическое образование в условиях сетевого пространства // Образование и наука, №2, 2013. С. 111-121.
5. Тестов В.А., Голубев О.Б. Образование в информационном обществе: переход к новой парадигме: монография. Вологда: ВоГУ, 2016.
6. Шпитцер М. Антимозг: цифровые технологии и мозг. М.: АСТ, 2014. 288 с.
7. Golubev O.B., Testov V.A. Network Information Technologies as a Basis of New Educational Paradigm // Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2015. Volume 214, P. 128–134

THE SYNERGY OF ELECTRONIC AND TRADITIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING MATHEMATICS

V.A. Testov Dr. Sci. (Pedagogy), professor vladafan@inbox.ru Vologda	Vologda State University
O.B. Golubev Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor oleg_golubev@mail.ru Vologda	Vologda State University
N.E. Smirnov scientific associate e.smirnov@yspu.org Yaroslavl	Yaroslavl State Pedagogical University

Abstract. The article considers the necessity of using synergy of electronic and traditional technologies in teaching mathematics. Both positive and negative aspects of the use of digi-

tal technologies are shown. When using such technologies, there are a number of problems arising from the insufficient amount of joint creative work of students with the teacher. The representatives of the digital generation reduced their own cognitive activity, reduced the amount of working memory, marked fragmentation and unsystematic available knowledge, fixing the attention on the outside of the problem, no need to understand the material presented. Special attention is paid to the problem of understanding in teaching mathematics using electronic means both at school and at University. In terms of digital learning, it is much more difficult for a student without the help of a teacher to identify the essential properties of the object under study and to build its integrity. More promising are the different types of blended learning, which are based on complementary electronic forms and traditional forms of employment. Such training, based on the synergy of the student's personal contact with the teacher and distance virtual training, can provide a higher educational effect.

Keywords: teaching technologies; e-learning; blended learning; problem of understanding; problem of motivation.

References

1. Golubev, O.B., Testov, V.A. (2015) Network Information Technologies as a Basis of New Educational Paradigm // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Volume 214, P. 128–134
2. Ivanova, E.O., Osmolovskaja, I.M. (2017) Perspektivny`e obuchaiushchie tekhnologii [Perspektivnye obuchajushhie tehnologii] *Pedagogika*, №1. S. 3-9.
3. Klekovkin, G.A. (2014) Problemy` obuchenii v usloviakh otkry`togo informacionnogo prostranstva [Problemy obucheniya v usloviyah otkrytogo informacionnogo prostranstva] *Obrazovanie i nauka*. №7. S. 4-23.
4. Klekovkin, G.A. (2017) Obuchenie matematike v tcifrovom obshchestve [Obuchenie matematike v cifrovom obshhestve] N.I. Lobachevskij i matematicheskoe obrazovanie v Rossii: materialy Mezhdunarodnogo foruma po matematicheskomu obrazovaniju, 18-22 oktjabrja 2017 g. Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta. T.1. S. 52-56.
5. Testov, V.A. (2013) Matematicheskoe obrazovanie v usloviakh setevogo prostranstva [Matematicheskoe obrazovanie v usloviyah setevogo prostranstva] *Obrazovanie i nauka*, №2. S. 111-121.
6. Testov, V.A., Golubev O.B. (2016) Obrazovanie v informacionnom obshchestve: perehod k novoi` paradigme [Obrazovanie v informacionnom obshhestve: perehod k novej paradigme: monografija]. Vologda: VoGU, 2016.
7. Shpitcer, M. (2014) Antimozg: tcifrovye tekhnologii i mozg [Antimozg: cifrovye tehnologii i mozg]. M.: AST. 288 s.

УДК 378 | КОНТЕКСТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК МОТИВАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Мария Сергеевна Артюхина

к.п.н., доцент
marimari07@mail.ru
г. Арзамас

Арзамасский филиал ННГУ

Олег Игоревич Артюхин

к.п.н., доцент
oma_net@mail.ru
г. Арзамас

Арзамасский филиал ННГУ

Аннотация. Математическая подготовка в вузе, особенно на гуманитарных направлениях, имеет ряд особенностей и трудностей. Эмпирическое исследование показало, что у обучающихся на гуманитарных направлениях подготовки отсутствует мотивация к изучению математики, слабая базовая подготовка по элементарной математике и недостаточность сформированности навыков самостоятельной работы в изучении математики. Обозначенные трудности вызывают необходимость поиска новых подходов к обучению математике в соответствии с новыми целями и современными тенденциями в высшем образовании. Для стимулирования познавательной деятельности и личностного роста обучающихся в процессе обучения математике необходима интеграция интерактивных технологий и методов обучения математике. Интерактивное обучение представляет собой специальную форму организации познавательной деятельности через активное диалоговое взаимодействие всех субъектов образовательного процесса между собой в информационно-образовательной среде вуза. Интерактивное обучение направлено на развитие личности обучающегося, которое проявляется, в том числе, выраженностью коммуникативного, самостоятельного, исследовательского и творческого видов деятельности. Автором разработана концепция интерактивного обучения математике будущих бакалавров гуманитарных направлений подготовки. Одним из составляющих интерактивного обучения математике являются контекстные технологии, например, кейс-метод, или метод анализа конкретных реальных ситуаций (case-study). Целью метода анализа конкретной ситуации – научить студентов анализировать информацию, выявлять ключевые проблемы, выбирать альтернативные пути решения, оценивать их, находить оптимальный вариант математического решения, делать соответствующие выводы, применять современные информационные технологии, формировать исследовательскую и самостоятельную деятельность. В статье раскрыты основные этапы работы с учебным кейсом по математике. Представлены авторские разработки case-study для организации интерактивного обучения математике на гуманитарных направлениях подготовки.

Ключевые слова: контекстные технологии, case-study, математическое образование, высшая школа, интерактивное обучение.

Мотивация как движущая сила поведения и деятельности человека, является ведущим звеном в структуре личности и определяет эффективность любой деятельности субъекта, в том числе, деятельности, направленной на получение образования. Таким образом, наличие актуальной мотивации изучения учебной дисциплины, является не-

обходимым условием продуктивного обучения студента. Возникает необходимость изменения методов обучения математике в связи с ориентацией на новые образовательные цели. Основываясь на подходах постнеклассической парадигмы образования, необходим синтез традиционных форм обучения, современных информационных технологий и инновационных методов обучения для создания нового подхода к совершенствованию математического образования. Суть образовательного процесса должна состоять в том, чтобы выполнению учебных заданий придать дополнительные стимулы и смыслы, а учебное познание облечь в такие формы деятельности, которые были бы притягательны обучающимся, созвучны их внутренним устремлениям. Для решения возникших мотивационных проблем необходимо создание интерактивной модели обучения. Создание особого пространства взаимодействия субъектов деятельности, в котором каждый активно включается в коллективный поиск истины, высказывает, аргументирует свою точку зрения, уважительно отстаивает свою позицию, предполагает коммуникативный подход к обучению и основывается на сотрудничестве и сотворчестве. Установление коммуникативных связей между участниками учебного процесса является важным компонентом интерактивного обучения математике. Для стимулирования познавательной деятельности и личностного роста студентов в процессе обучения математике необходима интеграция интерактивных технологий и методов обучения математике. Интерактивное обучение представляет собой специальную форму организации познавательной деятельности через активное диалоговое взаимодействие всех субъектов образовательного процесса между собой в информационно-образовательной среде вуза [3]. Интерактивное обучение направлено на развитие личности обучающегося, которое проявляется, в том числе, выраженностью коммуникативного, самостоятельного, исследовательского и творческого видов деятельности

Интеграция интерактивных технологий и методов обучения математике предполагает комплексное внедрение контекстного обучения, e-learning-обучения, методов наглядного моделирования и интерактивных форм обучения. Контекстный подход в обучении предполагает, что наряду с дидактически преобразованным содержанием научных дисциплин используется будущая профессиональная деятельность. Она представлена в виде модели деятельности специалиста: описания основных функций, проблем и задач, которые он должен компетентно решать с использованием системы теоретических знаний [1]. Основой контекстных технологий интерактивного обучения математике обучающихся на гуманитарных направлениях подготовки исследовательского характера является кейс-метод.

Контекстное содержание отражается в построении семиотической, имитационной и социальной моделей обучения математике. Семиотическое содержание обучения математике включает систему заданий, предполагающих работу с математическим текстом и переработку знаковой информации. Отражается в речевых действиях обучающихся (слушание, говорение, чтение, письмо), в оперировании математической речью и осуществлении смыслопоисковой деятельности. Имитационное содержание обучения математике предполагает выход студента за рамки знаковой математической информации, соотнесение ее с будущей профессиональной деятельностью. Социальное содержание обучения математике отражает личностно-значимый характер обучения. Модульность построения содержания обучения математике и ее адаптивность к конкретным условиям обучения и контингенту обучаемых с нарастающей сложностью содержания обучения [6].

Интерактивное обучение математике позволяет интегрировать несколько моделей контекстного содержания, направленных на формирование исследовательской деятельности студентов. Основой контекстных технологий интерактивного обучения матема-

тике обучающихся на гуманитарных направлениях подготовки исследовательского характера является кейс-метод [6]. В современной педагогической литературе используются разные термины, помимо основного «кейс-метод»: «кейс-стади», «кейс-технология», «бизнес-кейсы», «ситуационный анализ». Различные авторы указывают на разновидности этого метода (гарвардская, чикагская модель, европейская модель) [4,5]. Каким бы ни был подход, суть одна: погружение студента в реальную ситуацию, либо ситуацию, максимально приближенную к реальной, требующий использования студентом теоретических знаний и практических навыков, направленной на формирование опыта профессиональной деятельности.

Кейс-метод применяется на разных этапах обучения математике: в начале лекционного курса, что позволяет познакомить студентов с вопросами и проблемами, которые предполагается рассмотреть на будущих лекциях; на практических и семинарских занятиях для обобщения материала и демонстрации его приложения; а также используется для организации итогового контроля знаний на экзаменах. Учебный кейс по математике представлен ситуационными практико-ориентированными задачами. Задачи из различных разделов математики сопровождаются преамбулой профессионального содержания. Анализ конкретных ситуаций (case-study) – метод активизации учебно-познавательной деятельности обучаемых, при котором студенты и преподаватели участвуют в непосредственном обсуждении деловых ситуаций или задач.

Цель метода анализа конкретной ситуации – научить студентов анализировать информацию, выявлять ключевые проблемы, выбирать альтернативные пути решения, оценивать их, находить оптимальный вариант математического решения, делать соответствующие выводы, применять современные информационные технологии, формировать исследовательскую и самостоятельную деятельность.

Преамбула к задаче должна носить профессиональный характер, а постановка вопроса выводить на математическое решение. Рекомендуется выстраивать междисциплинарные подходы для решения поставленных задач.

Перечислим основные этапы работы с учебным кейсом по математике:

I этап – погружение в совместную деятельность: осуществляется постановка задачи. Учебные кейсы могут быть розданы каждому обучающемуся до занятий или на самом занятии. На ознакомление выделяется 5–7 мин. в зависимости от сложности кейса. Работу с кейсом целесообразно начать с вопроса педагога к студентам: «Что является центральной задачей данного кейса?» Далее участники задают руководителю вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации, которая фиксируется на доске для последующего обсуждения.

II этап – организация совместной деятельности: проводится обсуждение хода решения, постановка математической задачи, определение исходных данных, неизвестных, метода решения, определение хода решения задачи и соответствующих средств (математические пакеты, оборудование, технические устройства) для решения или/и наглядного представления данных поставленной задачи.

III этап – анализ и рефлексия совместной деятельности: анализ полученных результатов, анализ хода решения и ошибок, определение других способов решения поставленной задачи, сравнение различных методов решения и выявление наиболее оптимального, выделение значимости математических знаний для решения профессионально-значимых задач.

Рассмотрим ряд учебных кейсов, разработанных для интерактивного обучения математике обучающихся гуманитарных направлений подготовки.

В процессе интерактивного обучения математике «учебный кейс» рассматривается в следующей дефиниции: учебный кейс – это комплект материалов,

направленных на достижение цели обучения конкретной дидактической единицы, ядром которого выступает ситуационная задача, отражающая типичные ситуации, с которыми студенту придется столкнуться в будущей профессиональной деятельности.

Приведем примеры case-study для различных направлений подготовки. Задания для студентов, обучающихся по специальности «Социальная работа»:

1. В 2006 году в России был введен в действие закон «О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей». Право получить дополнительную поддержку от государства в виде «Материнского капитала» имеется у тех семей, в которых второй ребенок (третий и так далее) рожден в период после 2007 года. В это число также входят семьи, имеющие детей и усыновившие ребенка. Сумма средств, предназначенных для поддержки семей, в которых родились дети, на 2007 год составила – 250 000 рублей. Этот капитал подлежит ежегодной индексации с учетом уровня инфляции в стране. Так, размер материнского капитала в 2015 году составляет 453 000 рублей. По закону материнский капитал можно потратить только на улучшение жилищных условий, образование ребенка или формирование накопительной части пенсии для матери. Причем на руки деньги не выдаются – это сертификат, с которого средства перечисляются на указанные в законе нужды.

Определить влияние материнского капитала на рождаемость в центральной России. Провести анализ рождаемости по трем областям центральной России за 2 года до введения «Материнского капитала» и за последние два года. Проанализировать полученную информацию (построить графики, выявить зависимости).

2. В 2014 году в официальном издании крупнейшей в мире ассоциации психиатров, «The American Journal of Psychiatry», была опубликована статья, автор которой предлагал внести Интернет-зависимость в справочник по умственным расстройствам. Факт этой публикации означает, что мировая психиатрия сочла необходимым придать Интернет-зависимости статус официально признаваемого и регистрируемого заболевания. На сегодняшний день в мире от Интернет-зависимости, по разным оценкам, страдает от 2 до 10% пользователей всемирной Паутины. Люди, подверженные этому расстройству, долгими часами, а то и сутками просиживают перед мониторами своих компьютеров. Они забывают поесть, поспать. Их перестают интересовать личная гигиена и домашние хлопоты. Семья, работа, учеба, друзья – все это отходит на второй план. Все больше и больше, с каждым днем, с каждым месяцем, они проводят время в бесконечном виртуальном мире.

Проведите социальное исследование по определению времени проведения в интернете студентов одного курса в группе «Социальная работа» и в группе «Психология». Разработайте свой вопросник, проведите исследование и анализ полученных данных.

Интерактивные методы обучения, например анализ конкретных ситуаций (case-study), позволяют придать выполнению учебных заданий дополнительные стимулы и смыслы, а учебное познание облечь в такие формы деятельности, которые были бы притягательны обучающимся, созвучны их внутренним устремлениям. Для решения возникших мотивационных проблем необходимо усиление интерактивной модели обучения.

Case-study для эффективной организации интерактивного обучения математике на гуманитарных направлениях подготовки является основой формирования исследовательской деятельности студентов и развитием креативного стиля мышления.

Список литературы

1. Артюхина М.С. Интеграция интерактивных технологий как средство личностного роста при обучении математике бакалавров гуманитарного направления // Ярославский педагогический вестник. №4. 2016. С.59-63.
2. Атрощенко С.А., Нестерова Л.Ю. Активизация познавательной деятельности студентов посредством интерактивного обучения // Международный научно-исследовательский журнал. №7-2(26). Т. 3. 2014. С.49-51.
3. Василенко А.В., Исаенко В.С. Опорные задачи на развитие пространственного мышления // "Материалы 67-й научно-практической конференции преподавателей и студентов". Благовещенск. 2017. С.241-242.
4. Колосова В.А., Зайкин М.И. Провоцирующие задачи как средство развития критичности мышления школьников // Начальная школа. №9. 2002. С.73-78.
5. Колосова В.А. Современные дидактические игры в формате учебного процесса // Нижегородское образование. №3. 2013. С.80-84.
6. Санина Е.И., Артюхина М.С. Методология, теория и практика интерактивного обучения математике бакалавров гуманитарного направления в информационно-образовательной среде вуза. М: АСОУ, 2016. 188 с.
7. Фролов И.В. Профессионально-ориентированные проекты по физике как средство развития познавательного интереса учащихся // Материалы Всероссийской научно-методической конференции Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации. Нижний Новгород. 2017. С.94-98.

CONTEXTUAL TECHNOLOGIES AS MOTIVATIONAL COMPONENT OF MATHEMATICAL EDUCATION

M.S. Artyukhina

Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
marimari07@mail.ru
Arzamaz

Lobachevsky State University
of Nizhny Novgorod

O.I. Artyukhin

Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
oma_net@mail.ru
Arzamaz

Lobachevsky State University
of Nizhny Novgorod

Abstract. Mathematical preparation in higher education institution, especially on the humanitarian directions, has a number of features and difficulties. The empirical research has shown that students on the humanitarian directions of preparation have no motivation to studying to mathematics, weak basic preparation on elementary mathematics and insufficiency of formation of skills of independent work in studying to mathematics. The designated difficulties cause the necessity of search of new approaches to training in mathematics in compliance with the new purposes and current trends in the higher education. Integration of interactive technologies and methods of training in mathematics is necessary for stimulation of cognitive activity and personal growth of students in the course of training in mathematics. Interactive training represents a special form of the organization of cognitive activity through active dialogue interaction of all subjects of educational process among themselves in the information and education environment of higher education institution. Interactive training is aimed at the development of the identity of the student which

is shown, including, expressiveness of communicative, independent, research and creative kinds of activity. The author has developed the concept of interactive training in mathematics of future bachelors of the humanitarian directions of preparation. One of components of interactive training in mathematics are contextual technologies, for example a case method, or method of the analysis of concrete real situations (case study). The purpose of a method of the analysis of a concrete situation – to teach students to analyze information, to reveal key problems, to choose alternative solutions, to estimate them, to find an optimal variant of the mathematical decision, to draw the corresponding conclusions, to apply modern information technologies, to form research and independent activity. In article the main stages of work with an educational case on mathematics are opened. Author's developments of case-study for the organization of interactive training in mathematics at the humanitarian directions of preparation are presented.

Keywords: contextual technologies, case-study, mathematical education, the higher school, interactive training.

References

1. Artjuhina M.S. (2016) Integracija interaktivnyh tehnologij kak sredstvo lichnostnogo rosta pri obuchenii matematike bakalavrov gumanitarnogo napravlenija [Integration of interactive technologies as means of personal growth when training in mathematics of bachelors of the humanitarian direction] Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. №4, pp. 59-63.
2. Atroshhenko S.A., Nesterova L.Ju. (2014) Aktivizacija poznavatel'noj dejatel'nosti studentov posredstvom interaktivnogo obuchenija [Activization of cognitive activity of students by means of interactive training] Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. №7-2(26). T. 3, pp. 49-51.
3. Vasilenko A.V., Isaenko V.S. (2017), Opornye zadachi na razvitie prostranstvennogo myshlenija [Basic tasks on development of spatial thinking] "Materialy 67-j nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej i studentov" ["Materials of the 67th scientific and practical conference of teachers and students"]. pp.241-242.
4. Kolosova V.A., Zajkin M.I (2002) Provocirujushhie zadachi kak sredstvo razvitiya kritichnosti myshlenija shkol'nikov [Provocative tasks as development tool of criticality of thinking of school students] Nachal'naja shkola. №9, pp. 73-78.
5. Kolosova V.A. (2013) Sovremennye didakticheskie igry v formate uchebnogo processa [Modern didactic games in a format of educational process] Nizhegorodskoe obrazovanie. №3, pp. 80-84.
6. Sanina E.I., Artjuhina M.S. (2016) Metodologija, teorija i praktika interaktivnogo obuchenija matematike bakalavrov gumanitarnogo napravlenija v informacionno-obrazovatel'noj srede vuza [Methodology, the theory and practice of interactive training in mathematics of bachelors of the humanitarian direction in the information and education environment of higher education institution] M: ASOU. 188 p.
7. Frolov I.V. (2017) Professional'no-orientirovannye proekty po fizike kak sredstvo razvitiya poznavatel'nogo interesa uchashhihsja [The professional focused projects on physics as a development tool of cognitive interest of pupils] "Materialy Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii Prepodavanie fiziko-matematicheskikh i estestvennyh nauk v shkole. Tradicii i innovacii" ["Materials of the All-Russian scientific and methodical conference "Teaching physical and mathematical and natural sciences at school. Traditions and innovations"]. pp.94-98.

**УДК 372.851 | ОБ АЛГОРИТМИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ
К РЕШЕНИЮ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ СТЕРЕОМЕТРИИ****Ольга Владимировна Головина**

к.п.н.

dir-ktep@yandex.ru

г. Калуга

Калужский техникум

электронных приборов

Татьяна Михайловна Соболева

преподаватель

ktep@mail.ru

г. Калуга

Калужский техникум

электронных приборов

Аннотация. В статье рассматривается алгоритмический подход к организации обучения типовым (базовым) задачам стереометрии. Формирование универсальных учебных умений (УУД) является одним из определяющих факторов организации учебного процесса. УУД формируются в ходе применения алгоритмического подхода. Понятие алгоритм достаточно строгое, поэтому с учетом некоторых допущений будем использовать алгоритмическое предписание: допустимы операции содержательного и субъективного характера; элементарность операций относительна и зависит от уровня знаний; допустим выбор из множества альтернатив (ослабление свойства детерминированности). С помощью системы ключевых вопросов сформулированы алгоритмы нахождения расстояния от точки до плоскости, от прямой до плоскости.

Ключевые слова: универсальные учебные действия, алгоритм, алгоритмическое предписание, стереометрия.

Современное общество характеризуется стремительным развитием науки и техники, созданием новых информационных технологий, коренным образом преобразующих жизнь людей. Темпы обновления знаний настолько высоки, что на протяжении жизни человеку приходится неоднократно переучиваться, овладевать новыми профессиями. Непрерывное образование становится реальностью и необходимостью в жизни человека. Развитие коммуникаций и сети Интернет приводит к тому, что образовательная организация перестает быть единственным источником знаний и информации для обучающихся.

В общественном сознании происходит переход от понимания социального предназначения образовательного учреждения как задачи простого формирования компетенций к новому пониманию функции образования. Приоритетной целью образования становится развитие у обучающихся способности самостоятельно ставить цели, проектировать пути их реализации, контролировать и оценивать свои достижения. Иначе говоря, формирование умения учиться. Обучающийся сам должен стать «архитектором и строителем» образовательного процесса.

Последнее время одним из вопросов для обсуждения являются образовательные стандарты. Новые социальные запросы определяют цели образования как общекультурное, личностное и познавательное развитие обучающихся, обеспечивающие такую ключевую компетенцию образования как «научить учиться». Важнейшей задачей современной системы образования является не только освоение учащимися конкретных предметных знаний и навыков в рамках отдельных дисциплин, а формирование сово-

купности «универсальных учебных действий», обеспечивающих компетенцию «научить учиться». Достижение данной цели становится возможным благодаря формированию системы универсальных учебных действий (УУД). Возникновение понятия УУД связано с изменением парадигмы образования: от усвоения знаний, умений и навыков к развитию личности. Универсальные учебные действия – это способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта.

Формирование УУД как цель образовательного процесса определяет его содержание и организацию. Выделяют следующие виды УУД:

1. Коммуникативные (планирование учебного сотрудничества, постановка вопросов, построение речевых высказываний, взаимоотношения);
2. Познавательные, включая общеучебные и логические (общеучебные, логические, постановка и решение проблем);
3. Регулятивные, включая действия саморегуляции (целеполагание, планирование, прогнозирование, контроль, коррекция, оценка).

Через алгоритмический подход в процессе обучения у обучающихся формируются УУД, что приводит к развитию личности. Алгоритмический подход – это обучение учащихся какому-либо общему методу решения посредством алгоритма, выражающего этот метод.

Под алгоритмом обычно понимают точное общепонятное предписание о выполнении в заданной последовательности (в каждом конкретном случае) простых операций (шагов) для решения задач определенного типа. В настоящее время существует множество определений данного термина, но суть заключается в следующем: алгоритм – конечная последовательность точно сформулированных правил или действий, приводящих к решению поставленной цели (ожидаемому результату).

Более четкое представление об алгоритме можно увидеть через его свойства:

- массовость – возможность с помощью алгоритма решать задачи определенного типа, а не только одну конкретную задачу;
- дискретность (пошаговый (дискретный) характер алгоритма);
- детерминированность (каждое указание алгоритма понятно исполнителю);
- результативность – это последовательное выполнение всех предписываемых действий, которое должно привести к получению искомого результата. Преобразование исходных данных в конечный результат, осуществляется дискретно. Должна соблюдаться строгая последовательность действий;
- конечность – результат должен быть получен за конечное число шагов.

Сущность алгоритмизации в обучении заключается в решении следующих двух основных проблем:

- разработки алгоритмов решения определенных задач и обучения им обучающихся;
- построения алгоритмов самого обучения, т.е. алгоритмов, используемых обучающимися (преподавателем или компьютерной системой обучения) в процессе обучения.

Требование разработки алгоритмов решения определенных задач и обучения им учащихся естественным образом следует из основных положений теории поэтапного формирования умственных действий и теории уровней усвоения В.П.Беспалько. Необходимо отметить двойственный характер рассматриваемых алгоритмов решения задач: с одной стороны они служат средством усвоения некоторой суммы знаний, с другой стороны одновременно входят и в содержание цели обучения.

Так как в процессе обучения исполнительным устройством для анализируемых алгоритмов является человек (обучаемый), то они существенным образом могут отличаться от математического понятия алгоритма (машины Тьюринга, нормального алгоритма, рекурсивной функции). В отличие от классических алгоритмов (алгоритмов в обычном математическом смысле), операции которых формальны, рассматриваемые алгоритмы допускают операции, имеющие содержательный, субъективный характер, т.е. зависящие от человеческого понимания. Таким образом, элементарность операций, выполняемых обучаемым в процессе решения задач, относительна и зависит от ряда факторов, в том числе и от степени его обученности. Другим допускаемым отличием является ослабление свойства детерминированности, означающее, что при выполнении алгоритма имеется возможность совершать акты свободного (т.е. не определенного извне) выбора из фиксированного, тем или иным способом, множества альтернатив. Для обозначения алгоритмов с описанными выше свойствами было введено понятие предписания алгоритмического типа или алгоритмического предписания. Естественно, что предписания алгоритмического типа, как и классические алгоритмы, обладают свойствами массовости и результативности.

Разработка алгоритмического предписания является, в общем случае, слабоформализуемой, многокритериальной задачей, решаемой экспертом-педагогом. В результате анализа предметной области обучения выбираются базовые (первичные) элементы, представляющие собой простые понятия, на основе которых строится рассматриваемый учебный материал. При этом некоторые понятия, являясь базовыми для одной предметной области, в другой могут оказаться сложными, производными понятиями. С учетом выбранных базовых элементов и на основе структурно-алгоритмического анализа деятельности по решению задач определенного класса осуществляется выделение типовых операций, составляющих содержание рассматриваемой деятельности. Под типовой операцией понимается законченная по смыслу, учитывающая специфику предметной области обучения операция, предполагающая элементарные действия над первичными элементами. Разработка алгоритмического предписания завершается описанием его логической структуры, указывающей последовательность, в которой необходимо (или, во всяком случае, целесообразно) выполнять выделенные операции для получения искомого решения. [Галеев, 2011:289-292]

Обучение учащихся алгоритмам решения определенных задач осуществляется через управляемое и контролируемое выполнение учебных задач. В связи с этим актуальной является задача формализации, а на ее основе и автоматизации функции формирования учебных задач с требуемыми свойствами, обеспечивающими усвоение рассмотренных алгоритмических предписаний. Решение поставленной проблемы позволит существенно снизить затраты на осуществление процесса обучения и освободит преподавателя от значительного объема рутинной работы по формированию необходимой последовательности указанных учебных задач. Второй основной проблемой алгоритмического подхода к организации процесса обучения является построение алгоритмов самого обучения. Рассмотрение вопросов разработки алгоритмических предписаний и обучения им учащихся позволило определить основную функцию алгоритмов обучения – определение свойств учебных задач, обеспечивающих усвоение алгоритмических предписаний, разработанных экспертом-педагогом. Определение указанных свойств осуществляются с учетом общих принципов обучения, выявленных при анализе ассоциативно-рефлекторной теории обучения, а именно:

- определение свойств учебных задач и выдача подкреплений должны осуществляться на основе идентификации навыков обучаемого на каждом шаге обучения;

- в процессе обучения должен соблюдаться принцип перехода от усвоения простого учебного материала к сложному;
- переход к усвоению нового учебного материала должен осуществляться в случае успешного усвоения предыдущего материала;
- в процессе обучения должна осуществляться стабилизация субъективной степени трудности учебных задач для каждого обучаемого. Завершением этапа формализации рассмотренных проблем организации процесса обучения является разработка соответствующей модели обучения, обеспечивающей решение поставленной задачи - осуществление управления процессом обучения навыкам алгоритмической природы (описываемым с помощью алгоритмических предписаний). [Галеев, 2011:293-294]

Рассмотрим алгоритмический подход к решению задач стереометрии, которые традиционно вызывают трудности у выпускников школ при сдаче ЕГЭ по математике профессионального уровня. С другой стороны, применение алгоритмов решения типовых задач на нахождение расстояния от точки до плоскости; от прямой до плоскости; между скрещивающимися прямыми; угла между скрещивающимися прямыми; между прямой и плоскостью; между плоскостями позволяет систематизировать приобретенные знания по стереометрии и выработать устойчивые навыки организации самостоятельной работы.

Составление алгоритма решения любого класса задач необходимо организовать как совместную работу учителя и ученика после изучения основных теоретических положений темы, причем учителю следует выполнять роль координатора и не сообщать алгоритм, а подводить учеников к самостоятельной формулировке каждого шага. Такой подход способствует более глубокому пониманию и осознанию учащимися каждого действия. Перед составлением алгоритма необходимо повторить определение искомого объекта. Зачастую в определении и «скрывается» алгоритм или основная его часть.

Рассмотрим алгоритмический подход при решении некоторых типовых задач стереометрии:

Расстояние от точки до плоскости

Рассмотрим точку $C \in \alpha$, расстояние от точки C до плоскости α будем обозначать $\rho(C, \alpha)$. [Атанасян, 2015:155]

Система ключевых вопросов к составлению алгоритма построения расстояния от точки до плоскости [Головина, Соболева, 2017:144]

1) Что называется расстоянием от точки до плоскости? Расстоянием от точки до плоскости называется длина перпендикуляра, проведенного от этой точки к плоскости.

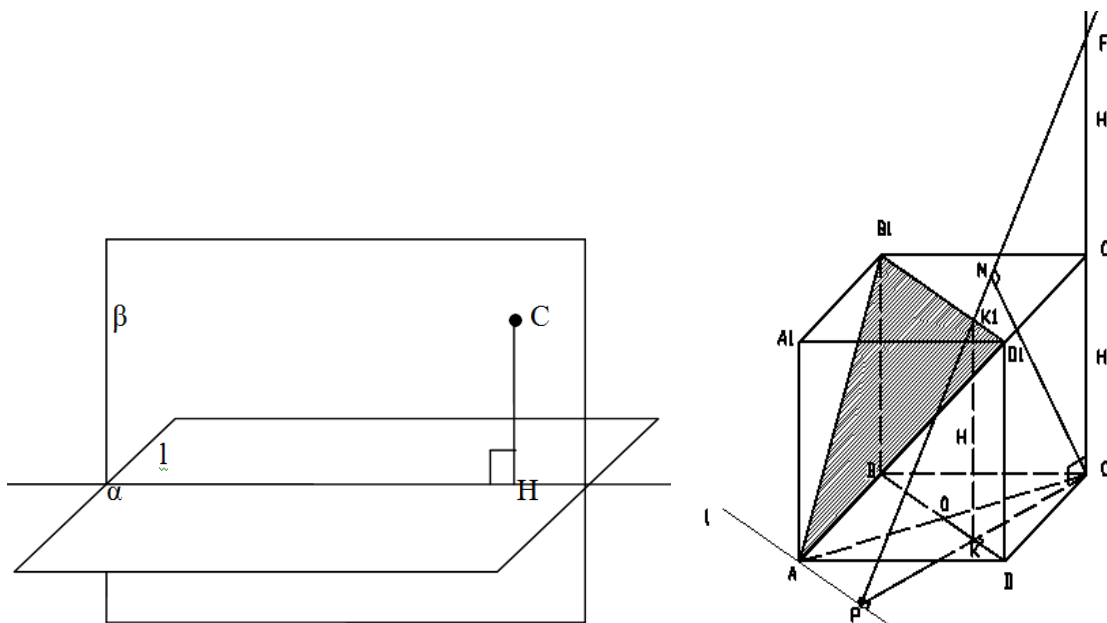
2) Какие плоскости можно провести через точку C по отношению к плоскости α ? Через точку C можно провести плоскость, параллельную плоскости α и плоскость, пересекающую плоскость α .

3) Сколько можно провести через точку C плоскостей пересекающих плоскость α ? Через точку C можно провести бесчисленное множество плоскостей, пересекающих плоскость α .

4) В какой из этих плоскостей будет расположено кратчайшее расстояние от точки C до плоскости α ? Кратчайшее расстояние от точки C до плоскости α будет расположено в плоскости β , перпендикулярной плоскости α .

5) К какой прямой в плоскости β надо провести перпендикуляр через точку C ? В плоскости β через точку C надо провести перпендикуляр к общей прямой плоскостей β и α , то есть к их линиям пересечения: $\alpha \cap \beta = a$.

6) Сколькими способами можно провести перпендикуляр через точку C в плоскости β к линии пересечения плоскостей α и β ? Этот перпендикуляр можно провести единственным способом, он и будет являться расстоянием от точки C до плоскости α .



В ходе обсуждения вышеперечисленных вопросов формулируем **Алгоритм:**
 Чтобы найти расстояние от точки C до плоскости α необходимо:

- 1) поместить точку C в плоскость β , перпендикулярную плоскости α : $C \in \beta$; $\beta \perp \alpha$
- 2) построить линию пересечения плоскостей α и β : $\alpha \cap \beta = l$
- 3) из точки C провести перпендикуляр к прямой l : $CH \perp l$.

Этот перпендикуляр и будет являться перпендикуляром, проведенным от точки C к плоскости α , то есть $\rho(C, \alpha) = CH$.

Задача: В прямоугольном параллелепипеде, где a и $a\sqrt{3}$ – стороны основания, H – высота, найдите расстояние от точки C до плоскости AB_1D_1 . [Семенова, Яценко, 2012:93]

Решение:

1. Так как точка $C \in (ABC)$, то поместим точку C в плоскость линейного угла двугранного угла между плоскостью основания и плоскостью AB_1D_1 :

1) построим линию пересечения l (ABC) и (AB_1D_1) : $BD \parallel B_1D_1 \Rightarrow l \parallel BD$, $l = (ABC) \cap (AB_1D_1)$;

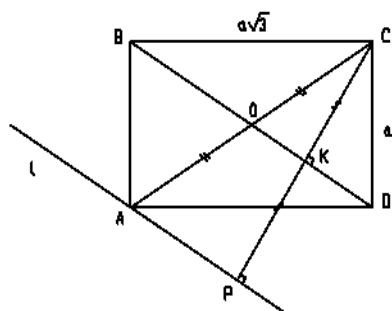
2) $CP \perp l$, $K \rightarrow K_1$, $PK_1 \cap CC_1 = F$

$PF \perp l$ (теорема о трех перпендикулярах) $\Rightarrow (FCP)$ – плоскость линейного угла.

2. $(AB_1D_1) \perp (FCP)$, найдем линию пересечения этих плоскостей.

$K_1 \in (AB_1D_1)$, $K_1 \in (FCP)$, $P \in l \Rightarrow P \in (AB_1D_1)$,

$P \in (FCP) \Rightarrow (AB_1D_1) \cap (FCP) = PK_1$ или $(AB_1D_1) \cap (FCP) = FP$.



$CM \perp FP \Rightarrow CM \perp (AB_1D_1)$, то есть $\rho(C, (AB_1D_1)) = CM$.

3. 1) $AO = OC \Rightarrow$ по теореме Фалеса $CK = KP$ и $PC = 2CK$;

2) так как $CP \perp l$, то $CK \perp BD$;

3) в $\triangle BCD$: $BD = \sqrt{3a^2 + a^2} = 2a$, $CK = \frac{a\sqrt{3} \times a}{2a} = \frac{a\sqrt{3}}{2}$;

4) $PC = a\sqrt{3}$;

5) в $\triangle PCH$ KK_1 - средняя линия $\Rightarrow CF = 2H$, $CM = \frac{PC \times CF}{PF}$; $PF = \sqrt{3a^2 + 4H^2}$

$$CM = \frac{a\sqrt{3} \times 2H}{\sqrt{3a^2 + 4H^2}}$$

Ответ: $\frac{2aH\sqrt{3}}{\sqrt{3a^2 + 4H^2}}$

Расстояние от прямой до плоскости

Система ключевых вопросов к составлению алгоритма построения расстояния от точки до плоскости [Соболева, 2017:142]

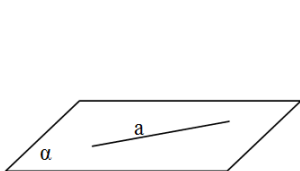
1) Какие возможны способы расположения прямой и плоскости в пространстве?

Существует три способа расположения прямой и плоскости в пространстве:

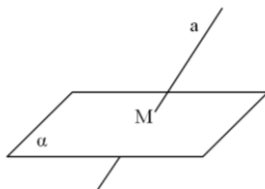
1. Прямая может лежать в плоскости: $a \in \alpha$; (рис. 1)

2. Прямая и плоскость имеют одну общую точку (пересекаются): $a \cap \alpha = M$; (рис. 2)

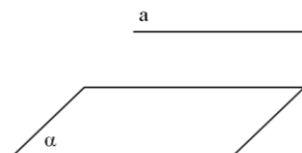
3. Прямая и плоскость не имеют общих точек, то есть параллельны: $a \parallel \alpha$. (рис. 3)



(рис. 1)



(рис. 2)



(рис. 3)

2) Как оценить расстояние от прямой a до плоскости α в каждом из этих случаев?

1. Расстояние от прямой a до плоскости α равно 0.

2. На прямой a найдется общая точка M прямой и плоскости, расстояние от точки M до плоскости α равно 0.

3. Все точки прямой a равноудалены от плоскости α .

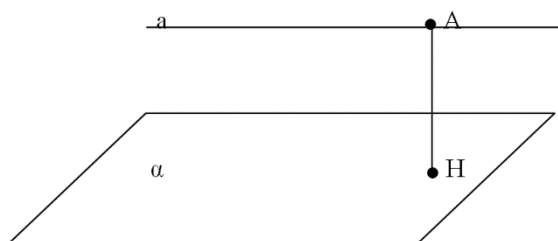
3) Во всех ли трех случаях актуальна задача построения расстояния от прямой до плоскости? Задача построения расстояния от прямой до плоскости актуальна только в 3 случае.

4) Что необходимо определить на прямой a для построения расстояния от нее до параллельной плоскости? На прямой a надо выбрать «удобную» точку (в зависимости от условия задачи), чтобы построить расстояние от нее до плоскости α .

5) При выборе точки на прямой a , что мы понимаем под словом «удобная»? Это точка, которую легко поместить в плоскость, перпендикулярную данной плоскости.

6) Что означает утверждение «поместить точку в плоскость, перпендикулярную данной»? Это означает, что необходимо найти такую плоскость на рисунке или построить её.

7) К какой задаче мы приходим после выбора «удобной» точки на прямой a ? Мы приходим к задаче построения расстояния от точки до плоскости.

**Алгоритм.**

$$\left. \begin{array}{l} a \parallel \alpha \\ \text{т. } A \in a \\ AH \perp \alpha \end{array} \right| \Rightarrow \rho(a, \alpha) = AH$$

Приведенные алгоритмы отражают геометрическую часть решения. Чтобы осуществить вычислительную, необходимо полученный отрезок включить в какой-либо решаемый треугольник, т.е. в котором известно три элемента, причем один из них должен быть линейным. В прямоугольном треугольнике достаточно двух элементов – один линейный. На этот факт необходимо обратить внимание обучающихся.

Рассмотренные задачи иллюстрируют процесс формирования алгоритмического предписания, с помощью системы ключевых вопросов. В результате активизируется мыслительная деятельность обучающихся, развивается умение учиться.

Список литературы

1. ЕГЭ 2013. Математика. Задача С2. Геометрия. Стереометрия / Под ред. А.Л. Семёнова и И.В. Ященко. 3-е изд., стереотип. М.: МЦНМО, 2013. 128 с.
2. Галеев И.Х. Свойства учебных задач при алгоритмизации в обучении // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)» 2011. V.14. №2. С.289-299. ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (дата обращения: 16.04.2018)
3. Головина О.В., Соболева Т.М. Использование математического моделирования в профессиональной деятельности выпускников профессиональных образовательных организаций / Математическое моделирование в экономике, управлении и образовании: сборник научных статей по материалам III Международной научно-практической конференции / под редакцией Дробышевой И.В., Дробышева Ю.А. – Москва: Издательство: ООО «ТРП», 2017. С.143-147.
4. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. 10-11 классы: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев и др. / 2-е изд. М.: Просвещение, 2015. 255 с.
5. Соболева Т.М. Роль системы ключевых вопросов в активизации мыслительной деятельности при изучении математики / Профессиональная деятельность педагога: новые подходы и решения: коллективная монография / отв. ред. А. Ю. Нагорнова. - Ульяновск: Зебра, 2017. 287 с.

ABOUT ALGORITHMIC APPROACH TO THE SOLUTION OF SOME PROBLEMS OF STEREOMETRY

O.V. Golovina
Cand. Sci. (Pedagogy)
dir-ktep@yandex.ru
Kaluga

Kaluga Technical College
of Electronic Device

T.M. Soboleva
Senior Lecturer
ktep@mail.ru
Kaluga

Kaluga Technical College
of Electronic Device

Abstract: the article deals with algorithmic approach to organization of training of typical (basic) problems of stereometry. The Formation of universal educational skills (UES) is one of the determining factors of the educational process. The UES are formed during the application of the algorithmic approach. The concept of the algorithm is quite strict, so taking into account of some assumptions, we will use the algorithmic rule: content and subjective operations are allowed; the elementary nature of operations is relative and depends on the level of knowledge; let's say we choose from a variety of alternatives (weakening of the deterministic property). The algorithms for finding the distance from a point to a plane, from a straight line to a plane are formulated with the help of a system of key issues)

Keywords: universal educational actions, an algorithm, algorithmic regulation, stereometry.

References

1. EGJe 2013. Matematika. Zadacha S2. Geometrija. Stereometrija / Pod red. A.L. Semanova i I.V. Jashhenko. 3-e izd., stereotip. M.: MCNMO, 2013. 128 s.
2. Galeev, I.H. (2011) Svojstva uchebnyh zadach pri algoritimizacii v obuchenii // Mezhdunarodnyj jelektronnyj zhurnal «Obrazovatel'nye tehnologii i obshhestvo (Educational Technology&Society)» [Properties of Learning Problems in Algorithmization in Teaching] 2011. V.14. №2. C.289-299. ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html> (data obrashhenija: 16.04.2018)
3. Golovina, O.V., Soboleva, T.M. (2017) Ispol'zovanie matematicheskogo modelirovanija v professional'noj dejatel'nosti vypusnikov professional'nyh obrazovatel'nyh organizacij [Use of mathematical modeling in professional activity of graduates of professional educational organizations] / Matematicheskoe modelirovanie v jekonomike, upravlenii i obrazovanii: sbornik nauchnyh statej po materialam III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / pod redakciej Drobyshevoj I.V., Drobysheva Ju.A. Moskva: Izdatel'stvo: OOO «TRP», S.143-147.
4. Matematika: algebra i nachala matematicheskogo analiza, geometrija. 10-11 klassy: ucheb. dlja obshheobrazovat. organizacij: bazovyj i uglubl. urovni [Mathematics: algebra and the beginnings of mathematical analysis, geometry. 10-11 classes: training. for general education. organizations: basic and in-depth. levels] / L.S. Atanasjan, V.F. Butuzov, S.B. Kadomcev i dr. / 2-e izd. M.: Prosveshhenie, 2015. – 255 s.
5. Soboleva, T.M. (2017) Rol' sistemy ključevykh voprosov v aktivizacii myslitel'noj dejatel'nosti pri izuchenii matematiki [The role of the system of key questions in the activation of mental activity in the study of mathematics] / Professional'naja dejatel'nost' pedagoga: novye podhody i reshenija: kollektivnaja monografija / otv. red. A. Ju. Nagornova. Ul'janovsk: Zebra. 287 s.

УДК
378.147**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА УЧЕБНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ
МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ
НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ****Лилия Сергеевна Петрова**
к.п.н., доцент
petrov.306@mail.ru
г. ОмскОмский государственный
университет путей сообщения

Аннотация. Анализ методических аспектов обучения специальным разделам математики студентов технических направлений подготовки позволил обосновать целесообразность использования метода учебного проектирования при освоении студентами учебного материала и их участие в учебно-исследовательских и проектных работах. В статье описана реализация метода учебного проектирования при обучении специальным разделам математики студентов на уровне бакалавриата и магистратуры на примере изучения раздела «Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений математической физики». Отражен интегративный характер проектной деятельности, направленной на развитие навыков математического моделирования с использованием методов компьютерной реализации алгоритмов. Обосновывается использование математических систем (например, MathCAD) для реализации численных методов при решении профессионально-ориентированных задач с программированием алгоритмов, развивающее у студентов технических направлений способности применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, определяя направление обучения, формирующее составляющие общепрофессиональных компетенций.

Ключевые слова: проектная деятельность, метод учебного проектирования, математическое моделирование, численные методы, информационные технологии.

Фундаментальной математической базой для достаточно большого количества теплоэнергетических, электротехнических, транспортно-технологических и др. моделей является математический аппарат специальных разделов математики (уравнения математической физики, теория функций комплексного переменного, операционное исчисление) активно используемый в профессиональных дисциплинах при обучении как на уровне бакалавриата, так и на уровне магистратуры студентов технических направлений. Это обуславливает особое значение освоения специальных разделов математики в рамках математической подготовки будущих бакалавров и магистров технических направлений. Использование математических моделей с применением данного математического аппарата позволяет, фиксируя структурные изменения, прогнозировать развитие технологических процессов, способствуя изучению основных положений соответствующих теорий, которые реализуются на практике в виде разнообразных задач, требующих от специалиста проявления самостоятельности и творческой инициативы при использовании основных законов и методов.

Необходимо отметить, что подготовка будущих бакалавров помимо формирования базового математического аппарата и овладения умениями применять его при освоении профессиональных дисциплин предусматривает формирование готовности к дальнейшему обучению на уровне магистратуры, а для магистрантов – в аспирантуре. Таким образом, проявляется целесообразность выделения повышенного уровня при обучении специальным разделам математики студентов бакалавриата и магистратуры в

рамках различных математических дисциплин («Дополнительные главы математики», «Спецглавы математики», «Дополнительные главы математического моделирования» и др.) с использованием метода учебного проектирования и задач (заданий), отражающих реальные прикладные проблемы, т.е. введение в процесс обучения учебных аналогий инженерно-технических исследований. Современное понимание проектного метода обучения представлено в научно-методических и психолого-педагогических исследованиях (И. А. Зимняя, Е. С. Полат, Н. В. Матяш, Г. К. Селевко, Н. Ю. Пахомова и др.). В работах исследователей раскрывается междисциплинарный характер использования в процессе обучения метода проектов, обосновывается повышение эффективности учебного процесса за счет усиления мотивации учебной деятельности.

Реализация проектной деятельности имеет особую актуальность при обучении студентов учреждений высшего профессионального образования (бакалавриата и магистратуры), в силу направленности данного метода на углубление знаний в области применения математического аппарата при моделировании процессов и явлений, формирование исследовательских умений, практических и общеучебных навыков, информационной культуры, совершенствование навыков исследовательской работы студентов. В работе А. Ш. Багаутдиновой, И. В. Клещевой, О. В. Харитоновой [1] представлена методика организации проектной деятельности обучающихся на примере создания межпредметного проекта, основанного на применении методов математической статистики. В исследовании Е. М. Елисеева [3] описана организация проектно-ориентированного обучения при изучении курса «Основы математической обработки информации». Исследование О. В. Задорожной [4] посвящено тематике проектирования комплекса учебных проектов в процессе обучения математическому анализу студентов университета. В работе Е. М. Гуляхиной и Е. М. Филиппова [2] рассматривается технология организации проектной деятельности студентов вуза в процессе изучения дисциплины «Информатика».

Описывая применение метода учебного проектирования при обучении специальным разделам математики студентов бакалавриата и магистрантов технических направлений подготовки, необходимо отметить, что разработка исследовательских проектов способствует углубленному усвоению теоретического материала и развитию навыков математического моделирования. При этом учитывается, что освоение дополнительных глав математического моделирования на уровне магистратуры позволяет расширить полученные знания в области постановки, решения и анализа задач численными методами. Поэтому проектные работы студентов бакалавриата с применением методов компьютерной реализации алгоритмов используются для обновления комплекса профессионально-ориентированных задач при изучении курса «Дополнительные главы математического моделирования» на базовом уровне магистратуры. Это наиболее актуально при обучении студентов дополнительным главам математического моделирования не изучавших специальные разделы математики по разработанной программе и испытывающих затруднения в определении математических моделей и применении численных методов. Проектная деятельность магистрантов с анализом рассматриваемых проблем и получением творческих решений оказывает влияние на формирование творческой активности студентов и способствует формированию исследовательских навыков для дальнейшего обучения в аспирантуре.

Реализация метода учебного проектирования подразумевает самостоятельную индивидуальную деятельность студентов при выполнении задания, ориентированного на поэтапную разработку математической модели процесса или явления: формализованное описание физической природы объекта, математическое описание объекта в виде системы уравнений с дополнительными условиями и моделирующий алгоритм. Реали-

зация моделирующего алгоритма осуществляется с помощью современных информационных технологий. При этом роль преподавателя сводится к консультированию и обеспечению индивидуального контроля над работой студента или группы студентов, осуществлению педагогической поддержки при обучении специальным разделам математики.

Порядок реализации метода:

1. Подготовка к выполнению проекта: формирование групп по два человека (допускается индивидуальное выполнение задания), выдача задания. На данном этапе происходит планирование работы. Если задание выполняется в группе, распределяются обязанности и происходит определение времени индивидуальной работы.

Приведем примеры заданий при изучении раздела «Математическое моделирование на основе дифференциальных уравнений математической физики» на уровнях бакалавриата и магистратуры. Задача о лазерном нагреве тела с покрытием при обработке концентрированными потоками энергии с учетом моделируемости поглощения энергии излучения объемным источником тепла. Предполагая, что диаметр области нагрева намного больше глубины проникновения тепла, задача рассматривается в одномерном приближении по пространственной координате. Плотность потока энергии излучения задается как функция времени $q_0(\tau) = q_{\max} \sin \frac{\pi\tau}{\tau_d}$ с максимальным значением

плотности теплового потока $q_{\max} = 0,5 \cdot 10^{13}$ Вт/м² и длительностью импульса, $\tau_d = 5$ нс. Время релаксации тепловых потоков $\tau_{r,1} = \tau_{r,2} = 5 \cdot 10^{-10}$ с. На внешних границах заданы граничные условия второго рода. На стыке слоев заданы условия сопряжения с учетом идеального контакта. Температура в начальный момент времени является постоянной и равной 300 К, скорость изменения температуры в начальный момент времени принимается равной нулю. Толщина слоя покрытия и основы рассматривается одинаковой $L_1 = L_2 = 0,4$ мкм. Рассчитать температурное поле до момента времени $\tau_k = 5$ нс и вывести график функции изменения температуры во времени при $x = 0,2$ мкм.

Задание 1 (уровень бакалавриата). Составить математическую модель задачи. Написать программу для численного решения задачи с использованием метода прогонки в системе MathCAD при следующих среднеинтегральных значениях теплофизических и оптических характеристик: $\bar{\lambda}_1 = 121$ Вт/(м·К), $\bar{\lambda}_2 = 33,8$ Вт/(м·К), $\bar{\gamma}_1 = 2,744 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К), $\bar{\gamma}_2 = 4,605 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К), $\bar{A} = 0,098$.

Задание 2 (уровень магистратуры). Составить математическую модель задачи. Написать программу для численного решения задачи с использованием метода прогонки в системе MathCAD для образца с учетом температурной зависимости свойств материалов покрытия и основы следующего вида:

$$\begin{aligned}\lambda_1(T) &= 173,8 - 9,2 \cdot 10^{-2} \cdot T + 4,29 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 7,59 \cdot 10^{-9} \cdot T^3, \text{ Вт/(м·К)}; \\ c_1(T) &= 216,7 + 0,103 \cdot T - 6,8 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 2,01 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \text{ Дж/(кг·К)}; \\ \rho_1(T) &= 1,02 \cdot 10^4 - 3,8 \cdot 10^{-2} \cdot T, \text{ кг/м}^3; A(T) = 0,99 \cdot 10^{-4} \cdot T, \alpha = 10^7 \text{ 1/м}; \\ \lambda_2(T) &= 40,62 + 0,013 \cdot T - 4,847 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 2,405 \cdot 10^{-8} \cdot T^3, \text{ Вт/(м·К)}; \\ c_2(T) &= 364,726 + 0,507 \cdot T - 1,048 \cdot 10^{-4} \cdot T^2, \text{ Дж/(кг·К)}; \\ \rho_2(T) &= 7,918 \cdot 10^3 - 0,032 \cdot T, \text{ кг/м}^3.\end{aligned}$$

Отметим, что математическая модель процесса теплопроводности в обрабатываемом лазерным излучением двухслойном теле включает в себя систему гиперболических

уравнений теплопроводности (для уровня бакалавриата уравнения системы линейные, для уровня магистратуры – нелинейные). Для получения численных решений этой задачи студент должен обладать углубленной математической подготовкой. Это связано с тем, что реализация численного решения приводит к нетривиальным выкладкам при модификации метода прогонки для пятиточечной разностной схемы и получении прогоночных коэффициентов в точке контакта двух сред с использованием аппроксимации граничных условий четвертого рода, а для нелинейной задачи решение осложняется и использованием метода простой итерации для итерационного уточнения коэффициентов.

2. Исследование. Студенты осуществляют поиск, отбор и анализ нужной информации, находят пути решения возникающих проблем, приобретают новые для себя знания в рамках данной тематики. Происходит корректировка преподавателем хода выполнения задания студентами.

3. Обобщение результатов, полученных в ходе исследования, формулировка выводов и оформление отчета.

4. Отчет осуществляется в конце семестра, по желанию участников проекта результаты проведенных работ студентов представляются в форме докладов на внутривузовские студенческие научные конференции, публикуются в виде статей в сборниках материалов региональных, всероссийских и международных научных конференциях, научных журналах.

5. Оценка результатов исследовательской работы и подведение итогов. Критериями оценивания проектной деятельности являются: сформированность исследовательских умений и практических навыков, культура оформления исследовательской работы.

Реализация метода учебного проектирования в процессе обучения специальным разделам математики студентов технических направлений подготовки способствует проявлению у обучающихся творческой инициативы и самостоятельности, что проявляется в их активном участии в учебно-исследовательских и проектных работах. Результаты проведенных исследований студентов обсуждались при представлении докладов на студенческих научных конференциях, опубликованы в виде статьи в сборнике материалов международной научно-практической конференции «Наука XXI века: опыт прошлого – взгляд в будущее» (Омск, 2016), в научном журнале «Paradigmata poznání» (Прага, 2016), в журнале «Известия Транссиба» (Омск, 2017), входящем в перечень рецензируемых научных изданий ВАК России.

Применение метода учебного проектирования, направленного на привлечение студентов к самостоятельной познавательной деятельности, проявление личностного интереса к решению каких-либо познавательных задач, овладение студентами необходимыми знаниями, умениями, навыками для их профессиональной деятельности, способствует формированию составляющих общепрофессиональных компетенций.

Список литературы

1. Багаутдинова А.Ш., Клещёва И.В., Харитонов О.В. Проектное обучение при изучении математической статистики // Образовательные технологии и общество. Т. 20. № 1. 2017. С. 536 – 544.
2. Гуляихина Е. М., Филиппова Е.М. Проектная деятельность студентов вуза в процессе изучения дисциплины «Информатика»: компетентностный подход // Continuum. Математика. Информатика. Образование. № 2. 2017. С. 59 – 63.
3. Елисеев Е.М. Основы математической обработки информации: проектно-ориентированный подход. Учебно-методическое пособие. Арзамас: Изд-во ННГУ. 2015. 132 с.

4. Задорожная О.В. Проектирование комплекса учебных проектов в процессе обучения математическому анализу в университете: автореф. дис. канд. пед. наук 13.00.02. Нижний Новгород. 2011. 24 с.

IMPLEMENTATION OF THE EDUCATIONAL PROJECTION METHOD IN THE PROCESS OF TRAINING SPECIAL SECTIONS OF MATHE- MATICS OF STUDENTS OF TECHNICAL TRAINING DIRECTIONS

L. Petrova

Omsk State Transport University

Cand. Sci. (Pedagogic), Associate Professor

petrov.306@mail.ru

Omsk

Abstract. Analysis of methodological aspects of teaching special sections of mathematics for students of technical training areas allowed to substantiate the appropriateness of using the method of educational projection for mastering students of educational material and their participation in educational and research and project work. The article describes the implementation of the method of educational projection for teaching special sections of mathematics students at the level of bachelor's and master's programs on the example of studying the section "Mathematical modeling on the basis of differential equations of mathematical physics". The integrative character of the project activity aimed at developing the skills of mathematical modeling using methods of computer implementation of algorithms is reflected. The use of mathematical systems (for example, MathCAD) for the implementation of numerical methods in solving professionally oriented problems with programming algorithms is substantiated. It develops in students of technical directions the ability to apply methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research, defining the direction of education, forming the components of general professional competence.

Key words: project activity, method of educational projection, mathematical modeling, numerical methods, information technology.

References

1. Bagautdinova A.Sh., Kleshcheva I.V., Kharitonova O.V. (2017) Proektnoe obuchenie pri izuchenii matematicheskoy statistiki [Project-based learning in the study of mathematical statistics] Educational Technology and Society. T. 20. № 1, pp. 536 - 544.
2. Gulyaikhina E. M., Filippova E.M. (2017) Proektnaya deyatel'nost' studentov vuza v protsesse izucheniya distsipliny «Informatika»: kompetentnostnyy podkhod [Project activities of university students in the process of studying the discipline "Informatics": competence approach] Continuum. Mathematics.Informatics.Education. №2, pp.59- 63.
3. Eliseev E.M. (2015) Osnovy matematicheskoy obrabotki informatsii: proektno-orientirovanny podkhod. Uchebno-metodicheskoe posobie [Fundamentals of mathematical information processing: a project-oriented approach. Educational-methodical manual] Arzamas: Izd-vo NNGU. 2015. 132 p.
4. Zadorozhnaya O.V. (2011) Proektirovanie kompleksa uchebnykh projektov v protsesse obucheniya matematicheskomu analizu v universitete: avtoref. dis.kand. ped. nauk : 13.00.02 [Engineering a complex of educational projects in the process of teaching mathematical analysis at the university: katege. DIS. Cand. Ped. Science: 13.00.02] Nizhniy Novgorod, 2011. 24 p.

УДК
378

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА В СТРУКТУРЕ ВУЗА

Инна Николаевна Тарова

к.п.н., доцент

inesstarova@rambler.ru

г. Елец

Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Аннотация. Статья содержит анализ организации образовательного процесса подготовки специалистов среднего звена в структуре вуза, реализуемой Центром СПО ЕГУ им. И.А. Бунина в период с 2013 по 2017 г.г. Наблюдается рост престижа среднего профессионального образования, что сказывается на росте числа желающих поступать на этот уровень образования. Автор считает, что это связано с тем, что диплом о высшем образовании в настоящее время не является необходимым условием для удачного трудоустройства, так как ряд интересных и выгодных предложений рабочих мест в различных сферах производства, сервисного обслуживания, социальной сфере предназначены именно для выпускников ступени СПО. Центр СПО видит свою миссию в формировании социально и профессионально компетентной личности, обладающей фундаментальными знаниями, гармонично сочетающей в себе способность и стремление к творческой профессиональной деятельности, активную гражданскую позицию, приверженность морально-нравственным и культурным ценностям, здоровому образу жизни. Центром реализуется воспитательная система, где особое место занимает работа с несовершеннолетними обучающимися. Приоритетным направлением деятельности центра является содействие занятости и трудоустройства выпускников. Преподавание ведется вузовскими преподавателями, что в значительной степени содействует развитию профессиональных предпочтений учащегося, ориентирует его на правильный выбор специальности высшего образования. Выпускники Центра СПО могут продолжить образование в любом высшем учебном заведении по профильным специальностям по сокращенной программе высшего профессионального образования в любой форме: очное, очно-заочное, заочное с использованием дистанционных технологий. В подтверждение своих наблюдений и выводов автор приводит значительный статистический материал.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование, Центр СПО, практико-ориентированность.

Модернизация системы образования направлена на изменение ценностно-целевых ориентиров подготовки выпускников, что в свою очередь предполагает формирование образовательных результатов, позволяющих выпускнику выполнять основные функции профессиональной деятельности, обозначенные в стандарте. За последние годы значительно улучшились структура и содержание подготовки специалистов среднего профессионального образования. Современные учреждения СПО дают глубокое и адекватное рынку труда образование. Российская система среднего профессионального образования включает около 2,6 тысяч учебных заведений, которые готовят специалистов более 300 специальностей.

Наблюдается рост престижа среднего профессионального образования, что сказывается на росте числа желающих поступать на этот уровень образования. Считаем, что это связано с тем, что диплом о высшем образовании в настоящее время не является необходимым условием для удачного трудоустройства так как ряд интересных и вы-

годных предложений рабочих мест в различных сферах производства, сервисного обслуживания, социальной сфере предназначены именно для выпускников ступени СПО.

Программы подготовки специалистов среднего звена на базе основного образования реализуются в Елецком государственном университете имени И.А. Бунина (ЕГУ им. И.А. Бунина) с 2013 года: на специальности 09.02.02 «Программирование в компьютерных системах» и 11.02.01 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям)» поступили 26 выпускников 9-х классов школ города Ельца и Елецкого района, 20 на бюджетную основу, 6 на коммерческую, в 2014 году было лицензировано 20 специальностей среднего профессионального образования.

В 2014 году в процессе реорганизации университета создан Центр среднего профессионального образования (Центр СПО) как один из восьми институтов в составе ЕГУ им. И.А. Бунина. Квалифицированные рабочие кадры и специалисты среднего звена на данный момент весьма востребованы и учеба в центре СПО является прекрасным стартом для молодых людей, желающих как можно раньше вступить во взрослую жизнь и начать строить карьеру, получая не только знания, но и профессиональный опыт.

Деятельность, направленную на подготовку дипломированных специалистов по специальностям СПО, Центр осуществляет на основе Федерального Закона «Об образовании и науке в Российской Федерации», Федерального Закона «О высшем и послевузовском образовании», Устава университета, Федеральных государственных образовательных стандартов по специальностям, примерных учебных планов и программ дисциплин, разработанных в установленном порядке, плана приема, приказов Министерства образования и науки РФ, ректората, решений ученого совета университета, а также иных нормативных документов.

В соответствии с Уставом ЕГУ им. И.А. Бунина, «Положением о Центре среднего профессионального образования» были разработаны нормативные правовые акты, определяющие организационно-правовые нормы основных направлений деятельности: учебной, научной, методической работы. В настоящее время Центр СПО проходит сложный этап становления: ведется подготовка преподавателей, занятых в учебном процессе, разрабатываются необходимые положения, комплекты учебно-методических документов.

Учебная программа Центра – это целевая программа подготовки специалиста не только к эффективной работе, но и к последующему продолжению образования.

Обучение студентов осуществляют преподаватели всех кафедр университета. Подготовка обучающихся ведется высококвалифицированными преподавателями, имеющими ученые степени, звания, большой опыт работы.

Методические средства и приемы разнообразны и приближены к вузовским. Наряду с традиционными формами обучения, используются интерактивные, создающие предпосылки повышения уровня усвоения: используются экскурсии, диспуты, проблемные лекции, лекции с участием работодателей, пропедевтика научно-исследовательской работы в форме подготовки проектов, докладов на научно-практические конференции, публикации статей в научных сборниках и журналах. В 2015-2016 учебном году студентка Центра СПО Меркулова Ольга была удостоена стипендии Правительства Российской Федерации, а в 2016-2017 учебном году такие стипендии получают уже пятеро обучающихся.

В 2014-2015 учебном году в Центре СПО обучались 165 первокурсников на 12 специальностях: 09.02.02 «Программирование в компьютерных системах», 09.02.01 «Компьютерные сети», 43.02.10 «Туризм», 38.02.01 «Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)», 11.02.01 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной тех-

ники (по отраслям)», 40.02.01 «Право и организация социального обеспечения», 39.02.01 «Социальная работа», 44.02.02 «Преподавание в начальных классах», 44.02.01 «Дошкольное образование», 54.02.01 «Дизайн (по отраслям)», 49.02.01 «Физическая культура», 35.02.06 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

В 2015-2016 году к уже имеющимся добавились специальности 43.02.11 «Гостиничный сервис» и 54.02.02 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам)», всего на первый курс был принят 151 абитуриент.

В 2016-2017 году добавлена специальность – 18.02.01 «Аналитический контроль качества химических соединений», численность первокурсников Центра СПО – 128 человек, из них 45 на бюджетной основе.

В 2017-2018 году добавлена специальность – 44.02.03 «Педагогика дополнительного образования (физкультурно-оздоровительная деятельность)», численность студентов-первокурсников составила 137 человек, причем на бюджетной основе уже 60.

Несмотря на сложную демографическую ситуацию, наблюдается рост конкурса на специальности среднего профессионального образования; так в 2017 году конкурс на специальность 09.02.01 «Компьютерные сети составлял» 3,87 человека на место (2,67 в 2016г.), на специальность 44.02.02 «Преподавание в начальных классах» составил 3,27 человека на место (2,4 в 2016г.).

Наибольшей популярности у абитуриентов пользуются специальности: 40.02.01 «Право и организация социального обеспечения», 09.02.01 «Компьютерные сети», 09.02.02 «Программирование в компьютерных системах», 44.02.02 «Преподавание в начальных классах».

Таблица 1

	2013	2014	2015	2016	2017
09.02.01 «Компьютерные сети»	0	0	14	23	17
09.02.02 «Программирование в компьютерных системах»	16	23	12	0	25
40.02.01 «Право и организация социального обеспечения»	0	49	41	37	32
44.02.02 «Преподавание в начальных классах»	0	5	11	17	22
Всего зачислено на 1 курс	26	165	151	128	137

Считаем, что это связано, во-первых, с тем, что выпускники ступени среднего профессионального образования в действительности стали более востребованы у работодателей (трудоустройство в системе среднего профессионального образования составляет около 90%); во-вторых, благодаря национальному проекту многие учреждения СПО получили современное оснащение; в-третьих, прослеживается рост уровня преподавательского состава в Центре СПО.

Росту мотивации обучающихся способствует введенная в Центре СПО рейтинговая система учета успеваемости, фотографии обучающихся, обладающих наиболее высоким рейтингом, размещаются на сайте и на доске почета Центра.

Образовательная деятельность в Центре направлена на изменение содержательных и технологических ориентиров подготовки специалистов, что предполагает перенос акцентов подготовки на практикоориентированность, реализацию процесса подготовки и организации практик студентов в условиях высококачественной среды. В этой связи в Центре реализуется оптимальная система учебных и производственных прак-

тик: учебные практики (рассредоточенные и концентрированные), в том числе летняя практика, пленэр, музейная практика, производственная практика (по профилю специальности), преддипломная практика.

Базы практик различного типа соответствуют требованиям и условиям реализации программы. Все практики, предусмотренные учебными планами, являются важным звеном в системе профессиональной подготовки и направлены на разностороннюю ориентацию студентов на все сферы профессиональной деятельности.

Центр видит свою миссию в формировании социально и профессионально компетентной личности, обладающей фундаментальными знаниями, гармонично сочетающей в себе способность и стремление к творческой профессиональной деятельности, активную гражданскую позицию, приверженность морально-нравственным и культурным ценностям, здоровому образу жизни. Центром реализуется воспитательная система, где особое место занимает работа с несовершеннолетними обучающимися. За каждой студенческой группой закрепляется куратор из числа преподавателей.

Приоритетным направлением деятельности центра является содействие занятости и трудоустройства выпускников. Практика последних лет показывает, что получение среднего профессионального образования в Центре СПО при вузе является наиболее рациональным путем. Помимо востребованной профессии, учащийся получает подготовку необходимую для продолжения обучения. Преподавание ведется вузовскими преподавателями, что в значительной степени содействует развитию профессиональных предпочтений учащегося, ориентирует его на правильный выбор специальности высшего образования. Так, например, выпускники Центра СПО могут продолжить образование в любом высшем учебном заведении или в ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина» по профильным специальностям по сокращенной программе высшего профессионального образования в любой форме: очное, очно-заочное, заочное с использованием дистанционных технологий. Зачисление на программы высшего профессионального образования осуществляется на основании диплома выпускника и результатов вступительных экзаменов.

Из 94 выпускников 2017 года продолжили обучение в высших учебных заведениях 82 человека, призваны в ряды Российской армии 3 человека, трудоустроены 7 человек, в отпуске по уходу за ребенком 2.

В настоящее время выпускники Центра СПО фактически находятся в выгодных условиях: работодатели заинтересованы в специалистах среднего звена и готовы мотивировать их дополнительными стимулами. Однако, целостную оценку эффективности работы Центра СПО можно дать только на основе анализа многолетней динамики. В целом, имеются положительные отзывы как директоров институтов, где обучаются наши выпускники, так и работодателей о качестве подготовленности молодых специалистов, что позволяет прогнозировать дальнейшую стабильность карьеры и востребованность наших выпускников.

В заключении отметим, что профориентация, практикоориентированность делают среднее профессиональное образование открытым, доступными и все более привлекательным для выпускников школ, работодателей и родителей и социальных партнеров. Очевидно, что перспективы качественного развития системы СПО в настоящее время связаны именно с интеграцией в систему высшего образования и с более четкой ориентацией на трудовые потребности региона.

**ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS OF
TRAINING SPECIALISTS OF THE MIDDLE PERSON IN THE
STRUCTURE OF THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION**

I.N. Tarova

Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor
inesstarova@rambler.ru
Yelets

Bunin Yelets State University

Abstract. The article contains an analysis of the organization of the educational process for the training of mid-level specialists in the structure of the university, implemented by the Center for SPE of the Bunin Yelets State University in the period from 2013 to 2017. There is an increase in the prestige of secondary professional education, which affects the growth in the number of people wishing to enter this level of education. The author believes that this is due to the fact that the diploma of higher education is not currently a prerequisite for successful employment, as a number of interesting and profitable jobs offers in various spheres of production, service and social sphere are intended for graduates of the secondary vocational education. The Center for SPE considers its mission to be the formation of a socially and professionally competent person with fundamental knowledge, harmoniously combining the ability and aspiration for creative professional activity, an active civic position, adherence to moral and cultural values and a healthy lifestyle. The center implements an educational system, where a special place is occupied with working with underage students. The priority direction of the center's activities is the promotion of employment and employment of graduates. Teaching is conducted by university teachers, which largely contributes to the development of professional preferences of the student, directs him to the right choice of the specialty of higher education. Graduates of the Center for SPE can continue their education in any higher education institution in specialized specialties in the shortened program of higher professional education in any form: full-time, part-time, correspondence, distance learning using remote technologies. In support of his observations and conclusions, the author gives considerable statistical material.

Keywords: secondary professional education, Center for SPE, focus on practical activities.

Научный журнал
CONTINUUM
МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.
ОБРАЗОВАНИЕ

Выпуск № 3(11) / 2018

Редактор – Н.П. Безногих
Компьютерная верстка и дизайн обложки – М.В. Подаев
Техническое исполнение – В.М. Гришин

Формат А-4 (123 п.л).

Гарнитура Times. Печать трафаретная

Печ.л. 7,7. Уч.-изд.л. 7,1

Тираж 1000 экз. Заказ № 95

Подписано в печать 24.09.2018

Дата выхода в свет 25.09.2018

Свободная цена

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-69418 от 14 апреля 2017 г.

Адрес редакции и издателя:
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1
E-mail: pmi.elsu@gmail.com
Сайт редколлегии: <http://pmi.elsu.ru>

Подписной индекс журнала **№64987** в каталоге периодических изданий
органов научно-технической информации агентства «Роспечать»

Отпечатано с готового оригинал-макета
на участке оперативной полиграфии
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
399770, Липецкая область, г. Елец, Коммунаров, 28,1