

ISSN 2328-1391 (print)
ISSN 2227-930X (online)

International Journal of Advanced Studies

Founded in 2011
Volume 7, No 2, 2017

Editor-in-Chief – **Andrey V. Ostroukh**, Dr. Sci. (Tech.), Professor
Chief Editor – **Yan A. Maksimov**
Managing Editors – **Dmitry V. Dotsenko, Natalia A. Maksimova**
Language Editor – **Svetlana D. Zlivko**
Support Contact – **Yu.V. Byakov**
Layout Editor – **R.V. Orlov**

Международный журнал перспективных исследований

Журнал основан в 2011 г.
Том 7, № 2, 2017

Главный редактор – **А.В. Остроух**, д-р техн. наук, проф.
Шеф-редактор – **Я.А. Максимов**
Выпускающие редакторы – **Доценко Д.В., Максимова Н.А.**
Корректор – **Зливко С.Д.**
Технический редактор – **Ю.В. Бяков**
Компьютерная верстка, дизайнер – **Р.В. Орлов**

Krasnoyarsk, 2017
Science and Innovation Center Publishing House

Красноярск, 2017
Научно-Инновационный Центр

12+

International Journal of Advanced Studies, Volume 7, No 2, 2017, 102 p.

The edition is registered (certificate of registry EL № FS 77 - 63681) by the Federal Service of Intercommunication and Mass Media Control and by the International center ISSN (ISSN 2328-1391 (print), ISSN 2227-930X (online)).

IJAS is published 4 times per year

All manuscripts submitted are subject to double-blind review.

IJAS was included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and editions, approved by the State Commission for Academic Degrees and Titles (the VAK) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

The journal is included in the Russian Scientific Citation Index (RSCI) and is presented in the Scientific Electronic Library. The journal has got a RSCI impact-factor (IF RSCI).

IF RSCI 2015 = 1,477.

Address for correspondence:

9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation

E-mail: ijas@ijournal-as.com

<http://ijournal-as.com>

Subscription index in the General catalog «SIB-Press» – 63681

Published by Science and Innovation Center Publishing House

Международный журнал перспективных исследований, Том 7, №2, 2017, 102 с.

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации от 10.11.2015 ЭЛ № ФС 77 - 63681) и Международным центром ISSN (ISSN 2328-1391 (print), ISSN 2227-930X (online)).

Журнал выходит четыре раза в год

На основании заключения Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Журнал представлен в Научной Электронной Библиотеке в целях создания Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). ИФ РИНЦ 2015 = 1,477.

Адрес редакции, издателя и для корреспонденции:

660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192

E-mail: ijas@ijournal-as.com

<http://ijournal-as.com>

Подписной индекс в каталоге «СИБ-Пресса» – 63681

Учредитель и издатель:

Издательство ООО «Научно-инновационный центр»

Editorial Board Members

Takhir M. Aminov, Doctor of Pedagogy, Professor of Pedagogy (Bashkir State Pedagogical University, Ufa, Russian Federation).

Arthur F. Amirov, Doctor of Pedagogy, Professor, Head of the Chair of Pedagogy and Psychology (Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation).

Vladimir A. Dresvyannikov, Doctor of Economics, Assistant Professor, Professor of the Department of Management and Marketing (Penza Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Penza, Russian Federation).

Savvakis Emmanouel (Manos), PhD in Sociology of Health and Illness (University of the Aegean, Greece).

Elena V. Erokhina, Doctor of Economics, Professor of Economics and Organization of Production (Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russian Federation).

Daniil P. Frolov, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Marketing and Advertising (Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation).

Tatyana P. Grass, Candidate of Pedagogy (PhD), Assistant Professor (Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafev, Krasnoyarsk, Russian Federation).

Mikhail N. Krasnyanskiy, Doctor of Technical Sciences, Rector (Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation).

Yong Lee, Ph.D., Professor, School of Computer Science and Technology (Harbin Institute of Technology, China).

Larisa G. Lisitskaya, Doctor of Philology, Assistant Professor, Head of the Department of Pedagogy and Technology of Preschool and Primary Education (Armavir State Pedagogical University, Armavir, Russian Federation).

Stephen A. Myers, PhD (University of Tasmania, Australia).

Denis N. Nedbaev, Candidate of Psychology (PhD), Assistant Professor, Rector (Armavir Social-Psychological Institute, Armavir, Russian Federation).

Dmitry I. Popov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department “Computer Science and Engineering”, Director of the Institute of Open Education (Moscow State University of Printing Arts, Moscow, Russian Federation).

Boris Yu. Serbinovskiy, Doctor of Economics, Professor of the Department of Systems Analysis and Management of the Faculty of High Technologies (Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation).

Ilgiz M. Sinagatullin, Doctor of Pedagogy, Professor of the Chair of Pedagogy and Methodology of Primary Education (Birsk Branch of Bashkir State University, Birsk, Russian Federation).

Amrendra Kumar Singh, Assistant Professor, Area of Humanities & Social Science, Department of English (NIIT University, Neemrana, India).

Vinay Kumar Singh, UG, PG, M.Phil. Ph.D. (Deen Dayal Upadhyay Gorakhpur University, Gorakhpur, India).

Alexander N. Solov'ev, Doctor of Pedagogy, Dean of the Faculty of Pre-University Training (Moscow Automobile and Road construction State Technical University, Moscow, Russian Federation).

Alexey V. Voropay, Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor, Department «Machine Parts and Theory of Machines and Mechanisms» (Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine).

Sunil Kumar Yadav, M.Sc. (Mathematics), Ph.D. (Differential Geometry), Assistant Professor (Alwar Institute of Engineering & Technology, India).

Sultan V. Zhankaziev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research (Moscow Automobile and Road construction State Technical University, Moscow, Russian Federation)

Члены редакционной коллегии

Amrendra Kumar Singh, Assistant Professor, Area of Humanities & Social Science, Department of English (NIIT University, Neemrana, India).

Savvakis Emmanouel (Manos), PhD in Sociology of Health and Illness (University of the Aegean, Greece).

Stephen A. Myers, PhD (University of Tasmania, Australia).

Sunil Kumar Yadav, M.Sc. (Mathematics), Ph.D. (Differential Geometry), Assistant Professor (Alwar Institute of Engineering & Technology, India).

Vinay Kumar Singh, UG, PG, M.Phil. Ph.D., Lecturer (Deen Dayal Upadhyay Gorakhpur University, Gorakhpur, India).

Yong Lee, Ph. D., Professor, School of Computer Science and Technology (Harbin Institute of Technology (HIT), China).

Аминов Тахир Мажитович, доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики (Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Российская Федерация).

Амиров Артур Фердсович, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой педагогики и психологии (Башкирский Государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация)

Воропай Алексей Валерьевич, кандидат технических наук (PhD), доцент, доцент кафедры Деталей машин и ТММ (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина).

Грасс Татьяна Петровна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры экономики и управления (Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Российская Федерация).

Дресвянников Владимир Александрович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг» (Пензенский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Пенза, Российская Федерация).

Ерохина Елена Вячеславовна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и организации производства (Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Российская Федерация).

Жанказиев Султан Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Российская Федерация)

Краснянский Михаил Николаевич, доктор технических наук, ректор (Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Российская Федерация).

Лисицкая Лариса Григорьевна, доктор филологических наук, доцент, заведующий кафедрой педагогики и технологий дошкольного и начального образования (Армавирский государственный педагогический университет, Армавир, Российская Федерация).

Недбаев Денис Николаевич, кандидат психологических наук, доцент, ректор (Армавирский социально-психологический институт, Армавир, Российская Федерация).

Попов Дмитрий Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой “Информатика и вычислительная техника”, директор Института открытого образования (Московский государственный университет печати (МГУП), Москва, Российская Федерация).

Сербиновский Борис Юрьевич, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры системного анализа и управления факультета высоких технологий (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация).

Синагатуллин Ильгиз Миргалимович, доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики и методики начального образования (Бирский филиал Башкирского государственного университета, Бирск, Российская Федерация)

Соловьев Александр Николаевич, доктор педагогических наук, декан факультета довузовской подготовки (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Российская Федерация).

Фролов Даниил Петрович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой маркетинга (Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация).

CONTENTS

DEVELOPMENT OF HIGH-RISE CONSTRUCTION IN THE CITIES WITH POPULATION FROM 250 TO 500 THOUSAND INHABITANTS (ON THE EXAMPLE OF THE CITIES OF THE URAL FEDERAL DISTRICT) <i>Shentsova O.M., Fedosihin V.S.</i>	9
COOMA: AN OBJECT-ORIENTED STOCHASTIC OPTIMIZATION ALGORITHM <i>Tavridovich S.A.</i>	26
WORKING MACHINE-HOUR COST COMPARISON OF MODERN ROAD COVERAGE PROCESSING MECHANIZATION <i>Izmaylova D.K., Seliverstov N.D.</i>	48
CALCULATION PECULIARITIES OF RE-PROCESSED ROAD COVERING UNIT COST <i>Izmaylova D.K., Seliverstov N.D.</i>	56
IMITATING MODEL OF ASSIMILATION AND FORGETTING OF THE LOGICALLY CONNECTED INFORMATION <i>Mayer R.V.</i>	64
PROFESSIONAL DEVELOPMENT PEDAGOGICAL AND EXECUTIVES OF THE EDUCATION ORGANIZATIONS OF THE REPUBLIC OF ADYGEA TO IMPLEMENTATION OF NEW STANDARDS <i>Shekhmirzova A.M., Gribina L.V., Tuguz F.A.</i>	74
RULES FOR AUTHORS	98

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗВИТИЕ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ГОРОДАХ С ЧИСЛЕННОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ 250 ДО 500 ТЫСЯЧ ЖИТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА) <i>Шенцова О.М., Федосихин В.С.</i>	9
СООМА: ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ СТОХАСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ <i>Тавридович С.А.</i>	26
WORKING MACHINE-HOUR COST COMPARISON OF MODERN ROAD COVERAGE PROCESSING MECHANIZATION <i>Izmaylova D.K., Seliverstov N.D.</i>	48
CALCULATION PECULIARITIES OF RE-PROCESSED ROAD COVERING UNIT COST <i>Izmaylova D.K., Seliverstov N.D.</i>	56
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УСВОЕНИЯ И ЗАБЫВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИ СВЯЗАННОЙ ИНФОРМАЦИИ <i>Майер Р.В.</i>	64
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ НОВЫХ СТАНДАРТОВ <i>Шехмирзова А.М., Грибина Л.В., Тугуз Ф.А.</i>	74
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	98

DOI: 10.12731/2227-930X-2017-2-9-25**УДК 721.01****РАЗВИТИЕ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
В ГОРОДАХ С ЧИСЛЕННОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ 250
ДО 500 ТЫСЯЧ ЖИТЕЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ
УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)*****Шенцова О.М., Федосихин В.С.***

В статье рассматриваются история возведения высотных зданий, особенности восприятия высотных зданий в городской среде, какие факторы влияют на выбор места строительства высотных зданий. Раскрываются такие понятия, как «высотный дом», «высотная доминанта». Также, приводится анализ наличия высотных зданий крупных городов с численностью населения от 250 до 500 тысяч жителей Уральского Федерального округа: Кургана, Нижнего Тагила, Нижневартовска, Сургута и Магнитогорска. А также дан анализ градостроительной ситуации г. Магнитогорска, где выявлены возможные, наиболее вероятные и предлагаемые места для расположения высотных зданий на пересечении или завершении осей улиц.

Цель работы – анализ высотного строительства в крупных городах Уральского Федерального округа с численностью населения от 250 до 500 тысяч жителей.

Метод или методология проведения работы: в статье использовались методы теоретического и визуального анализа, наблюдения, а также изучение литературных и интернет источников.

Результаты: получен систематизированный теоретический материал в области архитектуры и градостроительства городов Уральского Федерального округа.

Область применения результатов: полученные результаты могут быть применены в области архитектурного образования и практической архитектурной деятельности.

Ключевые слова: высотные здания; высотное строительство; городская среда.

DEVELOPMENT OF HIGH-RISE CONSTRUCTION IN THE CITIES WITH POPULATION FROM 250 TO 500 THOUSAND INHABITANTS (ON THE EXAMPLE OF THE CITIES OF THE URAL FEDERAL DISTRICT)

Shentsova O.M., Fedosihin V.S.

In article history of construction of high-rise buildings, features of perception of high-rise buildings in the urban environment what factors influence the choice of the site of high-rise buildings are considered. Such concepts as “skyscraper”, “a high-rise dominant” reveal. Also, the analysis of existence of high-rise buildings of the large cities with population from 250 to 500 thousand residents of the Ural Federal District is provided: Barrow, Nizhny Tagil, Nizhnevartovsk, Surgut and Magnitogorsk. And also the analysis of a town-planning situation of Magnitogorsk where the possible, most probable and offered places for an arrangement of high-rise buildings on crossing or end of axes of streets are revealed is given.

Work purpose – *the analysis of high-rise construction in the large cities of the Ural Federal District with population from 250 to 500 thousand inhabitants.*

Method or methodology *of carrying out work: in article methods of the theoretical and visual analysis, observation, and also studying literary and the Internet of sources were used.*

Results: *the systematized theoretical material in the field of architecture and town planning of the cities of the Ural Federal District is received.*

Scope of results: *the received results can be applied in the field of architectural education and practical architectural activities.*

Keywords: *high-rise buildings; high-rise construction; urban environment.*

История возведения высотных зданий начинается с конца XIX в. Первые высотные сооружения были воздвигнуты в США, а через десятки лет стали появляться в странах Западной Европы и Азии. Главной причиной строительства зданий большой этажности явилась высокая ценовая политика на земельные ресурсы, рост населения и плотность застройки в городах, имеющих ограниченные возможности в дальнейшем расширении границ города.

Высотный дом являет собой отдельно стоящее объемное сооружение, которое является «градостроительной доминантой» в архитектурной среде города. Понятие «высотная доминанта» имеет следующее значение – «высокие объекты с ярко выраженной вертикальной направленностью, формирующие силуэт города и являющиеся главными объектами в окружающем их пространстве, зрительные ориентиры, которые направляют внимание наблюдателя на главный структурный элемент города, а также иллюзорно увеличивают или уменьшают глубинность городского пространства» [14]. Высотное здание или сооружение всегда выступает в роли знакового элемента-ориентира. Это как символ или «визитная карточка» города.

Рекомендации к проектированию высоток, как наиболее сложным объектам строительства, принимаются международными общественными организациями инженеров и архитекторов – IABCE – ASCE и CIB.

Благодаря проводимым симпозиумам по проблеме высотного строительства сооружения высотой до 30 м относятся к зданиям повышенной этажности, до 50, 75 и 100 метров, соответственно, к I, II и III категориям многоэтажных зданий, свыше 100 м – к высотным.

В Германии действует классификация высотных зданий, включающая следующие группы: I – здания высотой 22–30 м, II – 30–60 м, III – выше 60 м и IV – выше 200 м. При этом правила прописаны для первых трех групп, а четвертая группа в резерве. Других сведений о классификациях высотных зданий, требований к их проектированию и их определения в других странах не имеет-

ся. В кодах США, DIN в Германии, EU в Европе и в нормах по строительству других развитых стран нормативы по высотному домостроению отсутствуют. К высотным зданиям в России причисляются дома выше 75 метров (общественные объекты – выше 50 м), но ниже 120–150 метров [10].

Возвышающиеся в пространстве элементы могут стать пространственными ориентирами в случаях: если элемент виден с разных направлений города, если имеет резкий контраст с находящимися по соседству зданиями и сооружениями за счет размещения или высотности. Такие ориентиры могут быть индивидуальными, изолированными от других сооружений высотными объемами, так и объемами, подкрепленными другими объектами городской среды.

Высотные вертикальные объемы как правило завершают какую либо градостроительную ось, являются центром городского пространства, являются фокусирующим композиционным центром, который собирает окружающую городскую застройку в единое целое.

Возведение высотных зданий включает в себя не только сам процесс возведения, но и большой комплекс задач, связанных с этим процессом. При выборе места высотного строительства необходимо учитывать факторы, обусловленные градостроительной ситуацией, архитектурными особенностями прилегающей застройки.

Влияние высотных зданий на восприятие городской среды

В городской среде высотные здания являются акцентами из-за контраста по отношению к преобладающей застройке от 9 до 16 этажей и оказывают большое влияние на восприятие городской среды. Поэтому к высоткам предъявляются особые требования, обеспечивающие повышение эстетики городской среды.

В основе здания лежит вертикальное развитие объема здания, а геометрия формы здания может быть как простой так и слож-

ной. Последние преобладают в мировой архитектуре. Таких, как известные высотные здания в Дубаи (ОАЭ), имеющие сложные геометрические объемы.

Важное значение при визуальном восприятии объема высотного здания имеет то, что этот объем мы воспринимаем снизу вверх, не видя крыши. Поэтому одним из архитектурных приемов является создание выразительного завершения вертикального объема (крыши в виде куполов, шатров, пирамид, шпилей).

Восприятие зданий и влияние его композиционных особенностей на зрителя зависят от расстояния до них от точки наблюдения. Для полного восприятия высотного здания зритель должен находиться на расстоянии от объекта равном его двум или трем его высотам, т.е. с дальней перспективы. Чем ближе расстояние к зданию, тем лучшее восприятие происходит более мелких деталей здания. В связи с этим рекомендуется наиболее крупные членения и детали располагать в верхней и средней частях здания, а более мелкие детали – в нижней части. Высотное здание играет важную композиционную роль в городской среде, если визуально наблюдается не менее $1/3$ высоты основной высоты сооружения.

И, наконец, объем здания, фасады, их художественное решение должны раскрывать функциональное назначение здания. В первом случае, сооружения могут восприниматься как общедоступным объектом (развлекательный комплекс, жилое здание и т.п.) или официальный центр (офисный, торговый или административный центр), во втором случае, могут восприниматься как неприступный объект (банк), при этом создается психологическая дистанция между зрителем и объектом. Наряду с перечисленными факторами, влияющими на восприятие высотных зданий в городской среде, большую и функциональную роль играет цвет и освещение, усиливающие выразительность объекта.

Что же касается колористики высотных зданий, то в отличие от малоэтажных зданий, которые требуют крупных ритмичных цветовых членений, высотные здания в большинстве своем не

требуют интенсивного цветового решения. Поэтому их цвет, как правило, совпадает с естественным цветом используемых материалов (металл, стекло и т.п.).

Анализ высотного строительства в городах Уральского Федерального округа с населением до 500 тыс. жителей

Уральский Федеральный (УрФО) округ состоит из:

- 2 города-миллионера,
- 1 крупнейший (от 500 тыс. до 1 млн жителей),
- 5 крупных (от 250 тыс. до 500 тыс. жителей),
- 8 больших (от 100 тыс. до 250 тыс. жителей),
- 17 средних (от 50 тыс. до 100 тыс. жителей),
- 82 малых (менее 50 тыс. жителей).

К пяти крупным городам УрФО с численностью населения (данные на 2016 г.) относятся такие как г. Курган (Курганская обл.) – 385 189 жителей, г. Нижний Тагил (Свердловская обл.) – 361 883 жителей, г. Нижневартовск (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) – 270 860 жителей, г. Сургут (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) – 306 703 жителей, г. Магнитогорск (Челябинская обл.) – 408 401 жителей [3].

Дата основания города *Курган* на реке Тобол по представлению профессора В.В. Менщикова считается 1679 год. Площадь города составляет 0,39 тысяч кв.км. Развитие строительства получило толчок в 1943 г. после становления города административным центром Курганского округа. В это время активно строятся общественные здания.

Сегодня г. Курган насчитывает несколько зданий повышенной этажности. Наиболее привлекательные для нас:

- жилой 16-ти этажный дом «Добрый дом», который был начат в 2012 г. по проекту Российской компании «Смарт Лоджистик Групп – Девелопмент» и сдан в эксплуатацию в 2016 г.
- жилой комплекс «Эверест», состоящий из группы зданий 18-ти и 19-ти этажных панельных домов и расположенный

на первой линии проспекта М. Голикова самый высокий объект в г. Кургане.

Сегодня на обсуждении в мэрии проект строительства 25-ти этажного жилого дома в центре Кургана, который станет самым высоким в городе. Однако проект вызвал противоположные мнения, в том числе отрицательное мнение архитекторов города. Они считают, что необходимо учесть, что рядом с местом планируемого строительства находится очень важная градостроительная доминанта – Богоявленский кафедральный собор. Исторически сложилось, что высота зданий вблизи храмов и церквей не должна быть визуально выше оснований куполов [5].

Город *Нижний Тагил* основан в 1722 г. и считается вторым по величине городом Свердловской области. Водная артерия района – река Тагил с множеством притоков. Площадь города 298 кв.км. до 2008 г., 4106 кв. км. после 2008 г. после присоединения 22 сельских поселений.

Нижний Тагил это город с устоявшейся горно-обогатительной и металлургической промышленностью, крупный торговый, спортивный, культурный центр. В окрестностях города Нижний Тагил расположены горнолыжные комплексы и лыжные трассы, на которых проводятся международные соревнования. Архитектурный облик города сформировался в XVIII–XIX в. в виде памятников архитектуры конструктивизма, советского классицизма, хрущевского аскетизма. Облик города и начал меняться в XX в. и приобрел новое архитектурное звучание.

В 1980-1990 г.г. появились первые многоэтажные дома в районе железнодорожного вокзала, высотные доминанты, которые сформировали так называемое «Высотное кольцо Тагила». Сегодня Нижний Тагил выглядит так (рис. 1). На сегодняшний момент введен в эксплуатацию жилой комплекс «Чистые пруды», состоящего из группы 16-ти этажных зданий, запущено в строительство несколько проектов многоэтажных зданий: 3-х 16-ти этажных домов «Абсолют», «Премьер» и «Победа», бизнес-центр «Островский».



Рис. 1. Виды на городскую среду Нижнего Тагила

Знаменитый гостиничный оператор «Radisson» вместо ранее запланированного Екатеринбурга анонсировал строительство высотного отеля «Опера» в Нижнем Тагиле на улице Малышева (рис. 2).

Нижневартовску был присвоен статус города в 1972 году. Однако первое поселение Нижне-Вартовское появилось на берегу Оби еще в 1913 г.

Архитектура Нижневартовска мало малопривлекательна для туристов, похожа на московский спальный район.

Т.к. город относительно молодой, то основную массу жилых зданий составляют дома от 9-ти до 16-ти этажей (рис. 3). В городе есть только два наиболее высотных здания в 25 этажей (рис. 3, фото слева)



Рис. 2. Проект отеля "Опера"



Рис. 3. Виды на городскую среду Нижневартовска

История города *Сургут* началась с 1594 года, первый камень которого был заложен на берегу Оби сыном Ивана Грозного Федором Иоанычем. После мятежа кулаков и его подавления в 1920 году Сургут лишили статуса города и он стал селом. И только после добычи первой нефти в 1965 году Сургут снова получил статус города. Водная артерия Сургута – река Сайма. В отличие от других крупных городов УрФО с населением от 250 до 500 тысяч жителей Сургут богат на высотные здания. Вот некоторые из них (рис. 4, слева на право): жилой 16-ти этажный дом с мансардой по ул. Университетской, 3; ЖК «Александрия» (18 этажей по высокой стороне комплекса); высотные дома в новостройке Сургут; ЖК «Акварель» по ул. И. Захарова, 19; ЖК «Возрождение» на ул. Мелик-Карамова, 23А; ЖК «4 сезона» в 39 микрорайоне города;



Рис. 4. Высотные здания г. Сургут

Продолжить список могут также высотные дома: жилой 16-ти этажный дом по ул. Университетской, 7; ЖК «Жемчужина Югры» по ул. Игоря Киртбая, 37; ЖК «Северная Венеция» по ул. Уни-

верситетской, 33. В 2013 году начат масштабный проект группы компаний «Сибпромстрой» строительства самого высотного здания в Ханты-Мансийском автономном округе.

Его высота составит около 120 метров (40 этажей), которое планируется сдать в эксплуатацию в 2018 году. По классификации экспертной коллегии Eurogis это здание можно отнести к небоскребам.



Рис. 5. Проект высотного 40-ка этажного дома в г. Сургут

Магнитогорск – это город на реке Урал, план которого организован по схеме промышленного соцгорода: селитебная зона расположена вокруг промышленного района и изолирована санитарно-защитной зоной. Весь город делится на три района, со сложившейся городской застройкой. Город сегодня активно развивается в южном направлении, но эта территория тоже имеет границы. Поэтому в настоящее время, с точки зрения экономики и, учитывая острую нехватку земельных ресурсов и возросшую цену на землю, городское строительство г. Магнитогорска должно быть ориентировано на высотные здания.



Рис. 6. Вид на городскую среду г. Магнитогорска

В основной массе максимальная этажность городской застройки составляет 16 этажей (рис. 6). Были построены два 17-этаж-

ных в 142а микрорайоне, на пересечении улиц Труда и Тевояна. Высотную динамику городу задают трубы Магнитогорского металлургического комбината. Из наследия 2000-х гг. выделяется строившийся 15 лет у Южного моста внушительный Вознесенский собор высотой до 60 метров (рис. 7).



Рис. 7. Храм Вознесения Господня, г. Магнитогорск



Рис. 8. Эскиз проекта застройки по улице Вознесенская, арх. Виктор Николаев, АБП "Главпроект"

Сегодня существуют проекты, выполненные молодыми архитекторами города, включающие высотные здания, превышающие 17 этажей (рис. 8).

На наш, взгляд сегодня все более актуальной становится проблема высотного строительства в крупных городах УрФО, которое диктуют следующие факторы:

- необходимость формирования силуэтных характеристик, высотных акцентов городской застройки;
- отсутствие резерва свободных территорий для развития строительства в городах, позволяющих размещение значительных объёмов в составе единого градостроительного комплекса;
- наличие потенциальных покупателей на квартиры в высотных домах;
- созданием высотных доминант с выразительным и запоминающимся архитектурным решением, являющимся «визитной карточкой» города;
- возможность иметь в пределах одного участка территории многофункциональный комплекс, зонированный по вертикали;
- современные строительные технологиями, позволяющими обеспечить высотное строительство.

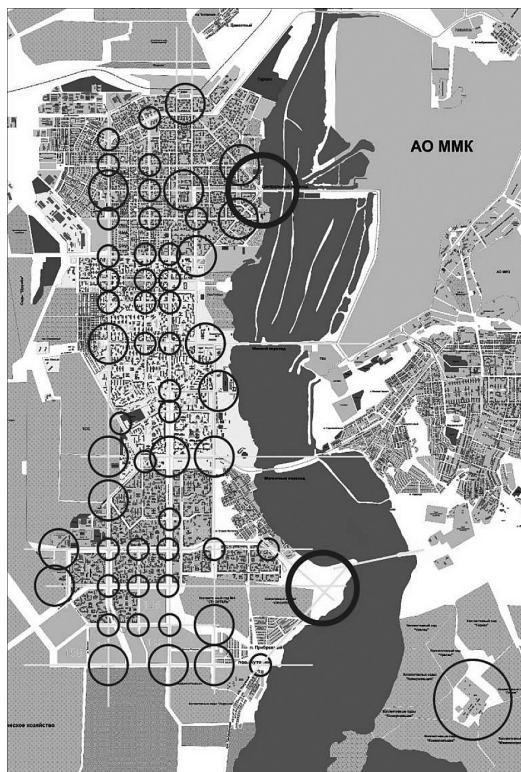
Однако высотное строительство в городах ложится бременем на инженерные коммуникации, и если при новостройках на уровне 11 этажей надолго образуются уличные пробки, то с возведением зданий в 25 этажей проблема может стать неразрешимой.

На плане г. Магнитогорска (рис. 9) представлен анализ градостроительной ситуации г. Магнитогорска, где отмечены возможные, наиболее вероятные и предлагаемые места для расположения высотных зданий на пересечении или завершении осей улиц. Кроме градостроительного анализа выбор месторасположения и этажность проектируемых высотных зданий в г. Магнитогорске должно основываться также на анализ сложившейся (исторической) городской застройки и особенности «экоклимата» и «экопогоды» в городе.

○ - предлагаемые места проектирования высотных домов на основе анализа главных композиционных осей.

○ - наиболее вероятные места для проектирования высотных домов, располагаемых на пересечении или завершении осей, как правило, это площади, пересечение основных дорог, исторически значимые места.

○ - возможные места проектирования высотных зданий, они располагаются на пересечении или завершении осей улиц.



Список литературы

1. Архитектура и эмоциональный мир человека / Г.Б. Забельшанский, Г.Б. Миневрин, А.Г. Раппапорт, Г.Ю. Сомов. М.: Стройиздат, 1985. 208 с.
2. Булатова Е.К., Ульчицкий О.А. Малые и средние южноуральские города: основные проблемы и пути развития действительности // Архитектура. Строительство. Образование: ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Магнитогорск, 2013. С. 120–125.
3. Города Уральского Федерального округа // Википедия [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Города_Уральского_федерального_округа (дата обращения 11.01.2017).

4. Граник Ю.Г., Магай А.А., Дубынин Н.В. и др. Архитектурно-технические решения нового типа энергосберегающего высотного 35-ти этажного жилого дома / Под ред. Ю.Г. Граник. М.: ОАО ЦНИИЭП жилища, 2004. 31 с.
5. В центре Кургана хотят построить 25-этажный дом. Из-за небоскреба назревает конфликт [Электронный ресурс]. URL: <http://uga.ru/news/1052264134> (дата обращения 12.01.2017).
6. Горохов Д. Перспективы высотного строительства в Челябинской области // Стройэксперт [Электронный ресурс]. URL: <http://expert74.com/nomer.php?art=71> (дата обращения 7.12.2016).
7. История Сургута [Электронный ресурс]. URL: <http://www.101hotels.ru/recreation/russia/surgut/history> (дата обращения 12.01.2017).
8. Каюмова Н.А. Православное храмостроение в России в современных условиях//Научные труды SWorld. 2013. Т. 39. № 2. С. 39–45.
9. Магай А.А., Дубынин Н.В. Архитектурно-художественный облик высотных зданий // Архитектура и строительство России. 2009. № 4. С. 22–29.
10. Проблемы становления высотного строительства в России // Стройка: Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. URL: <http://library.stroit.ru/articles/verhstroy/> (дата обращения 13.01.2017)
11. Усатая Т.В., Шенцова О.М. Основы проектирования архитектурной среды. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорского госуд. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2008.
12. Федосихин В.С., Хорошанский В.В. Магнитогорск – классика советской социалистической архитектуры 1918–1991 гг. / Под ред. В.С. Федосихина. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 1999.
13. Хасиева С.А. Архитектура городской среды: учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 2001. 200 с.
14. Шенцова О.М. Высотные здания в объемно-пространственной композиции городской среды // Архитектура. Строительство. Образование, 2016. № 1 (7). С. 102–110.
15. Шенцова О.М., Хисматуллина Д.Д., Федосихин В.С. Профессиональная подготовка архитекторов в Магнитогорске для создания комфортной жилой среды города // Жилищное строительство. 2012. № 5. С. 9–12.

References

1. Zabel'shanskiy G.B., Minevrin G.B., Rappaport A.G., Somov G.Yu. *Arkhitektura i emotsional'nyy mir cheloveka* [Architecture and emotional world of the person]. M.: Stroyizdat, 1985. 208 p.
2. Bulatova E.K., Ul'chitskiy O.A. *Malye i srednie yuzhnoural'skie goroda: osnovnye problemy i puti razvitiya deystvitel'nosti* [Small and average South Ural cities: main problems and ways of development of reality]. *Arkhitektura. Stroitel'stvo. Obrazovanie* [Architecture. Construction. Education]. Magnitogorsk, 2013, pp. 120–125.
3. *Goroda Ural'skogo Federal'nogo okruga* [Cities of the Ural Federal District]. *Vikipediya*. https://ru.wikipedia.org/wiki/Goroda_Ural'skogo_federal'nogo_okruga
4. Granik Yu.G., Magay A.A., Dubynin N.V. et al. *Arkhitekturno-tekhnicheskie resheniya novogo tipa energosberegayushchego vyshotnogo 35-ti etazhnogo zhilogo doma* [Architectural technical solutions of new type energy saving high-rise 35 floor houses] / Yu.G. Granik (ed.). M.: OAO TsNIIIEP zhilishcha, 2004. 31 p.
5. *V tsentre Kurgana khotyat postroit' 25-etazhnyy dom. Iz-za neboskreba nazrevaet konflikt* [In the center of Kurgan want to build the 25-storey house. Because of a skyscraper the conflict]. <http://ura.ru/news/1052264134>
6. Gorokhov D. *Perspektivy vyshotnogo stroitel'stva v Chelyabinskoy oblasti* [Prospects for high-rise construction in the Chelyabinsk region]. *Stroyekspert*. <http://expert74.com/nomer.php?art=71>
7. *Istoriya Surguta* [History of Surgut]. <http://www.101hotels.ru/recreation/russia/surgut/history>
8. Kayumova N.A. *Pravoslavnoe khramostroenie v Rossii v sovremennykh usloviyakh* [An orthodox hramostroyeniye in Russia in modern conditions]. *Nauchnye trudy SWorld* [Scientific works of SWorld]. 2013. V. 39. № 2, pp. 39–45.
9. Magay A.A., Dubynin N.V. *Arkhitekturno-khudozhestvennyy oblik vyshotnykh zdaniy* [The architectural and art image of high-rise buildings]. *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia]. 2009. № 4, pp. 22–29.

10. Problemy stanovleniya vysotnogo stroitel'stva v Rossii [Problems of formation of high-rise construction in Russia]. *Stroyka: Sankt-Peterburg* [Building: St. Petersburg]. <http://library.stroit.ru/articles/verhstroy/>
11. Usataya T.V., Shentsova O.M. *Osnovy proektirovaniya arkhitekturnoy sredy* [Bases of design of the architectural environment]. Magnitogorsk, 2008.
12. Fedosikhin V.S., Khoroshanskiy V.V. *Magnitogorsk – klassika sovetskoy sotsialisticheskoy arkhitektury 1918–1991 g.g.* [Magnitogorsk – the classic of the Soviet socialist architecture of 1918–1991] / V.S. Fedosikhin (ed.). Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova, 1999.
13. Khasieva S.A. *Arkhitektura gorodskoy sredy* [Arkhitektur of the urban environment]. M.: Stroyizdat, 2001. 200 p.
14. Shentsova O.M. Vysotnye zdaniya v obemno-prostranstvennoy kompozitsii gorodskoy sredy [High-rise buildings in volume and spatial composition of the urban environment]. *Arkhitektura. Stroitel'stvo. Obrazovanie* [Architecture. Construction. Education], 2016. № 1 (7), pp. 102–110.
15. Shentsova O.M., Khismatullina D.D., Fedosikhin V.S. Professional'naya podgotovka arkhitektorov v Magnitogorske dlya sozdaniya komfortnoy zhiloy sredy goroda [Vocational training of architects in Magnitogorsk for creation of the comfortable inhabited environment of the city]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2012. № 5, pp. 9–12.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Шенцова Ольга Михайловна, кандидат педагогических наук,

доцент

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

пр. Ленина, 38, 455000, г. Магнитогорск, Российская Федерация

shenolga@yandex.ru

Федосихин Владимир Сергеевич, доктор технических наук,
профессор
*Магнитогорский государственный технический универси-
тет им. Г.И. Носова
пр. Ленина, 38, 455000, г. Магнитогорск, Российская Феде-
рация
FedosVS@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Shentsova Olga Mikhaylovna, Candidate of the Pedagogical Scienc-
es, Assistant Professor
*Nosov Magnitogorsk State Technical University
38, Lenin Ave., Magnitogorsk, 455000, Russian Federation
shenolga@yandex.ru*

Fedosikhin Vladimir Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Pro-
fessor
*Nosov Magnitogorsk State Technical University
38, Lenin Ave., Magnitogorsk, 455000, Russian Federation
FedosVS@yandex.ru*

DOI: 10.12731/2227-930X-2017-2-26-47

UDC 330.45

COOMA: AN OBJECT-ORIENTED STOCHASTIC OPTIMIZATION ALGORITHM

Tavridovich S.A.

Stochastic optimization methods such as genetic algorithm, particle swarm optimization algorithm, and others are successfully used to solve optimization problems. They are all based on similar ideas and need minimal adaptation when being implemented. But several factors complicate the application of stochastic search methods in practice: multimodality of the objective function, optimization with constraints, finding the best parameter configuration of the algorithm, the increasing of the searching space, etc.

This paper proposes a new Cascade Object Optimization and Modification Algorithm (COOMA) which develops the best ideas of known stochastic optimization methods and can be applied to a wide variety of real-world problems described in the terms of object-oriented models with practically any types of parameters, variables, and associations between objects. The objects of different classes are organized in pools and pools form the hierarchical structure according to the associations between classes. The algorithm is also executed according to the pool structure: the methods of the upper-level pools before changing their objects call the analogous methods of all their subpools. The algorithm starts with initialization step and then passes through a number of iterations during which the objects are modified until the stop criteria are satisfied. The objects are modified using movement, replication and mutation operations. Two-level version of COOMA realizes a built-in self-adaptive mechanism.

The optimization statistics for a number of test problems shows that COOMA is able to solve multi-level problems (with objects of different associated classes), problems with multimodal fitness functions

and systems of constraints. COOMA source code on Java is available on request.

Keywords: *stochastic optimization; object-oriented model; genetic algorithm; particle swarm optimization; differential evolution; multimodal objective function; constraint optimization; self-adaptive parameters.*

СООМА: ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ СТОХАСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ

Тавридович С.А.

Стохастические методы оптимизации такие как генетический алгоритм, алгоритм роя частиц и другие успешно применяются для решения оптимизационных задач. Они основаны на схожих идеях и требуют минимальной адаптации при применении. Но существует несколько факторов, затрудняющих использование стохастических методов оптимизации на практике: мультимодальность целевой функции, наличие системы ограничений, необходимость поиска наилучшей конфигурации параметров алгоритма, увеличение объема пространства поиска и др.

В статье предлагается новый Алгоритм каскадной оптимизации и модификации объектов (СООМА), который развивает лучшие идеи известных стохастических методов оптимизации и может применяться к широкому кругу задач, описанных в терминах объектно-ориентированного подхода с использованием практически любых типов параметров, переменных и связей между объектами. Объекты различных классов помещаются в пулы, которые формируют иерархическую структуру в соответствии со структурой связей между классами. Алгоритм также выполняется в соответствии с этой иерархией: методы пулов верхнего уровня перед изменением своих объектов вызывают аналогичные методы вложенных пулов. Алгоритм состоит из шага инициализации и серии итераций, на которых происходит модификация объек-

тов до тех пор, пока не будут выполнены критерии остановки. Объекты модифицируются с использованием операций (инерционного) движения, репликации и мутации. Двухуровневая версия алгоритма реализует механизм автоматического подбора параметров оптимизации.

Результаты проведенных серий тестов демонстрируют возможность использования предлагаемого алгоритма для решения многоуровневых задач (с объектами нескольких взаимосвязанных классов), задач с мультимодальной целевой функцией и системами ограничений. Алгоритм реализован на языке Java, исходный код может быть предоставлен по запросу.

Ключевые слова: *стохастическая оптимизация; объектно-ориентированный подход; генетический алгоритм; метод роя частиц; дифференциальная эволюция; мультимодальная целевая функция; условная оптимизация; автоматический подбор параметров.*

Introduction

Real-world optimization problems in such fields as economy, technology, sociology, and computer science, etc., in general, have nonlinear objective functions depending on a large number of floating-point, integer, boolean parameters and variables combined in linear and nonlinear constraints. Although many special optimization methods have been developed for certain types of problems, it is hard to find a universal method applicable in every case. For example, well-known exhaustive search or gradient methods are not always efficient. Nevertheless there are different implementations of stochastic search methods such as genetic algorithm (GA) [6], particle swarm optimization algorithm (PSO) [3], and others that can be successfully applied to a wide variety of problems with minimal adaptation.

A GA uses mechanisms inspired by biological evolution: reproduction, mutation, recombination and selection. A PSO algorithm imitates the collective behavior of decentralized, self-organized systems. The methods have similar ideas: the initial population of candidate solutions passes through a number of iterations during which the candidate solu-

tions are changed individually (mutation in GA, the inertia and cognitive terms in the velocity-update rule of PSO) and under the influence of other solutions in the population (recombination in GA, the social component in the velocity-update rule of PSO), the best solutions are saved (the new population after reproduction in GA, the particle's best known position and the swarm's best known position in PSO).

Proposed algorithm

A new Cascade Object Optimization and Modification Algorithm (COOMA) is proposed in this paper. It is the universal method that can be applied for the optimization of problems described in the terms of object-oriented models. The basic ideas of COOMA are:

1. The solutions to a given problem and their elements are represented by the objects of different classes extending the base parent class (*Object*). Each class has a number of attributes (extending *Attribute* base parent class) which encode parameters (kept fixed during optimization) and variables (their values are modified). The attributes of simple types (integer, boolean, floating-point, datetime, enumerated, etc.), structured types (e. g. arrays) and object type may be used. The attributes of object type encode associations between objects (many-to-many and any specific combinations): the solutions and their elements, the elements of the solutions and their elements and so on.

2. The objects of different classes are collected in pools (extending *Pool* base parent class) which form the hierarchical structure according to the associations between classes (the topmost pool (main pool) collects the solutions and contains the pools with the elements of the solutions, these pools in their turn contain the pools with the elements of the elements of the solutions and so on). The pool may contain the elements of different classes: e. g. the elements of several child classes extended from one parent class.

3. The pools are logically divided into subsets containing feasible and infeasible elements. The feasible elements satisfy all constraints of the class and meet all requirements of the pool. The feasible and infeasible subsets are conducted in different ways. The infeasible elements are

exposed to strong negative selection (the pressure of changes is heavy) and the feasible elements undergo positive selection (the changes are much more light). The strength of the changes may be different within one subset. For example, the strength of the changes in the feasible subset may be regulated by the value of the fitness function: the elements with better values of the fitness function may be modified with less probability (the analog of the elite population in [12]).

4. The pools may realize different requirements: a) produce the list of objects ordered by the value of the fitness function; b) generate the list of the unique feasible objects (the fitness function is not important in this case); c) combine a) and b). When one optimal solution has to be found, main pool is switched to the first mode. When a list of different solutions with the best value of fitness function has to be found, main pool is switched to the last (combined) mode. Subpools may work in any mode depending on the problem requirements.

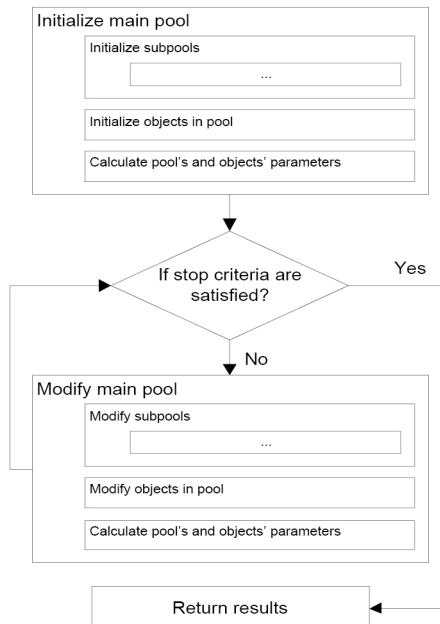


Fig. 1. The flow chart of COOMA

The flow chart of COOMA is shown in Fig. 1. The algorithm is executed according to the pool structure. The *initialize* and *modify* methods of the upper-level pool before changing their objects call the analogous methods of all their subpools in order to get changed objects to use in object attributes. The *initialize* and *modify* methods of the main pool and subpools have the same structure.

The *initialize* method of the pool after initializing its subpools sets the initial values of all attributes of the objects in the pool with the initial variety $v_a \in [0;1]$, $a \in A_b$, $b \in B_c$, $c \in C$ (where C is the set of all pools, B_c is the set of the objects in the pool c and A_b is the set of the attributes of the object b) and calculates pool's and objects' parameters afterwards (see later). $v_a > 0$ means that the attribute is initialized with its default value (nothing is done in fact, this setting is used for attributes-parameters) and $v_a < 0$ means that the attribute is initialized with random value within the limitations (maximal and minimal values, etc.) with probability v_a . The default value for attributes-variables is $v_a = 1$.

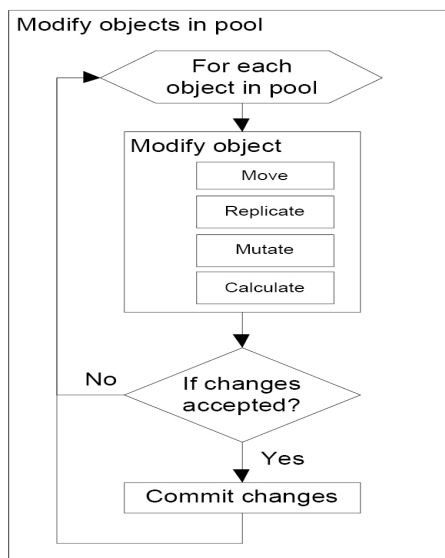


Fig. 2. The flow chart of the “Modify objects in pool” block

The *modify* method of the pool after modifying its subpools modifies all the objects in the pool and calculates pool's and objects' parameters afterwards (see later). The flow chart of the "Modify objects in pool" block is shown in Fig. 2.

The whole idea of the object modification block in COOMA is close to differential evolution algorithm (DE) [16]: if the changed object is better than its previous version, the changes are accepted, otherwise the previous values of attributes remain.

The *modify* method of the object consists of four operations: *movement*, *replication*, *mutation* and final *calculation*.

The *movement* operation repeats the last accepted changes with probability p_c^{mov} for all objects of the pool c (by default $p_c^{\text{mov}} = 0.33$). The idea of the operation is close to using the inertia term in the velocity-update rule of PSO. This operation adds last committed changes to floating-point and ordinal attributes. Other types of attributes are not changed.

The *replication* operation: the object being modified b_1 , $b_1 \in B_c$ gets the values of the attributes from another object b_2 , $b_2 \in B_c$ and uses them for self changes. The probability of operation is $K_c^{\text{rep}} \cdot p_{b_1}^{\text{rep}}$, where K_c^{rep} – replication coefficient of the pool c and $p_{b_1}^{\text{rep}}$ – replication probability of the object b_1 (by default $K_c^{\text{rep}} = 1$ and $p_{b_1}^{\text{rep}} = 0.25$).

The uniform, one-point, two-point and superposition modes of replication are available. First three modes are the same as in crossover operation in GA (the only difference is that the result of operation is assigned to object b_1 , not to a new child object). Superposition is closer to PSO and DE (a random coefficient $k \in [0;1]$ is generated; the values of all corresponding floating-point and ordinal attributes of the objects b_1 and b_2 are combined using formula $x_{a_{b_1}}^* = (1-k) \cdot x_{a_{b_1}} + k \cdot x_{a_{b_2}}$, where $x_{a_{b_1}}$ and $x_{a_{b_2}}$ are current values of attributes of objects b_1 and b_2 , $x_{a_{b_1}}^*$ is a new value of attribute of the object b_1 ; the values of all corresponding object attributes are mixed with probability k as the lists of objects: the objects from attribute a_{b_2} are included into new value with probability k and the objects from attribute a_{b_1} with probability $1 - k$.

The object b_2 is selected for replication using roulette-wheel or tournament techniques (like in GA) from the list of objects the values of all floating-point and ordinal attributes of which satisfy the constraint $x_{a_{b_2}} \in [x_{a_{b_1}} - s^{\text{rep}}; x_{a_{b_1}} + s^{\text{rep}}]$, $s^{\text{rep}} = r_{a_{b_1}} \cdot K_c^{\text{rsc}} \cdot k_{b_1}^{\text{rsc}} \cdot k_{a_{b_1}}^{\text{rsc}}$, where $r_{a_{b_1}}$ – the range of values of attribute a_{b_1} , K_c^{rsc} – replication scope coefficient of the pool c , $k_{b_1}^{\text{rsc}}$ – replication scope coefficient of the object b_1 and $k_{a_{b_1}}^{\text{rsc}}$ – replication scope coefficient of the attribute a_{b_1} (by default $K_c^{\text{rsc}} = 1$, $k_{b_1}^{\text{rsc}} = 1$ and $k_{a_{b_1}}^{\text{rsc}} = 0.1$); for object attributes the variety of objects in lists is compared with $K_c^{\text{rsc}} \cdot k_{b_1}^{\text{rsc}} \cdot k_{a_{b_1}}^{\text{rsc}}$ value (the number of objects with the same genotypes divided by total number of objects in lists should be less than this value).

The *mutation* operation is similar to mutation in GA. It changes the values of attributes with probability $K_c^{\text{mut}} \cdot k_b^{\text{mut}} \cdot p_a^{\text{mut}}$, where K_c^{mut} – mutation coefficient of the pool c , k_b^{mut} – mutation coefficient of the object b , $b \in B_c$ and p_a^{mut} – mutation probability of the attribute a , $a \in A_b$ (by default $K_c^{\text{mut}} = 1$, $k_b^{\text{mut}} = 1$ and $p_a^{\text{mut}} = \frac{1}{|A_b|}$, where $|A_b|$ is a number of attributes of the object b).

The values of floating-point and ordinal attributes are changed using uniform distribution within the mutation scope $[x_{a_b} - s^{\text{mut}}; x_{a_b} + s^{\text{mut}}]$, $s^{\text{mut}} = r_{a_b} \cdot K_c^{\text{msc}} \cdot k_b^{\text{msc}} \cdot k_{a_b}^{\text{msc}}$, where r_{a_b} – the range of values of attribute a_b , K_c^{msc} – mutation scope coefficient of the pool c , k_b^{msc} – mutation scope coefficient of the object b and $k_{a_b}^{\text{msc}}$ – mutation scope coefficient of the attribute a_b (by default $K_c^{\text{msc}} = 1$, $k_b^{\text{msc}} = 1$ and $k_{a_b}^{\text{msc}} = 0.1$); the object attributes' lists are changed within the variety regulated with $K_c^{\text{msc}} \cdot k_b^{\text{msc}} \cdot k_{a_b}^{\text{msc}}$ value (the number of changes in the list divided by total number of objects in the list should be less than this value).

The *calculate* method of the object b computes its fitness function's value $F(b)$, penalty function's value $P(b) \geq 0$ and genotype (the string describing unique attributes' values). The penalty function's value is calculated using approach described in [1, Section IV].

The changes of the object are accepted when: a) current penalty function's value is positive (the object is infeasible) and the new penalty function's value is less than its current value; b) the object is feasible and the new fitness function's value is better than its current value;

c) the object has unique value of the new genotype (only for the pools with the unique objects' requirement).

The "Calculate pool's and objects' parameters" block in Fig. 1 computes minimal and maximal values of fitness and penalty functions of objects in the pool and calculates new values of objects' parameters p_b^{rep} , k_b^{rsc} , k_b^{mut} and k_b^{msc} (see above). All objects in the pool are divided into three subsets: a) duplicates (objects with non-unique genotypes) (only for the pools with the unique objects' requirement); b) feasible objects (with zero penalty function's value and unique if required); c) infeasible objects (with positive penalty function's value and unique if required). Each subset is treated individually. All duplicates get the same values of parameters defined by pool settings $p_c^{rep(dup)}$, $k_c^{rsc(dup)}$, $k_c^{mut(dup)}$ and $k_c^{msc(dup)}$ (by default this values are higher than for feasible and infeasible unique objects because duplicates have to be modified to become unique). The objects in feasible and infeasible subsets get values proportionally the values of their fitness and penalty functions. The idea is shown in Fig. 3 (the mutation coefficients are set in range $[k_c^{mut(F^+)}; k_c^{mut(F^-)}]$ for feasible unique objects and in range $[k_c^{mut(P^+)}; k_c^{mut(P^-)}]$ for infeasible unique ones). By default the values for infeasible objects are higher than for feasible. Other parameters of feasible and infeasible unique objects are set similarly in ranges $[p_c^{rep(F^+)}; p_c^{rep(F^-)}]$ and $[p_c^{rep(P^+)}; p_c^{rep(P^-)}]$ (replication probabilities), $[k_c^{rsc(F^+)}; k_c^{rsc(F^-)}]$ and $[k_c^{rsc(P^+)}; k_c^{rsc(P^-)}]$ (replication scope coefficients), $[k_c^{msc(F^+)}; k_c^{msc(F^-)}]$ and $[k_c^{msc(P^+)}; k_c^{msc(P^-)}]$ (mutation scope coefficients).

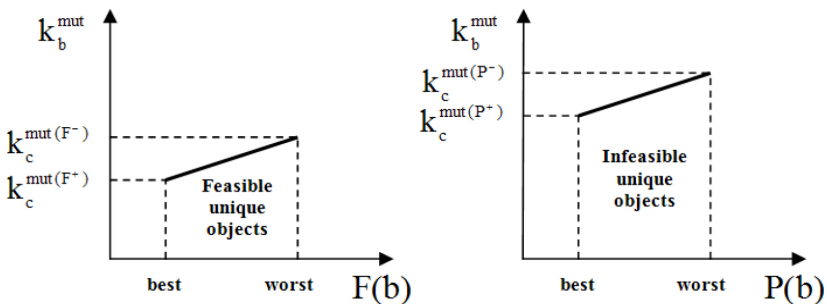


Fig. 3. Setting mutation coefficients of feasible and infeasible unique objects

Standard stop criteria are used: a) stopping after a number of iterations; b) stopping when the specified value of fitness function is reached (can be used mostly for tests); c) stopping after a number of iterations when best fitness and penalty functions' values in the pool don't change; d) stopping by command of operator.

When a subpool generates the list of unique feasible objects, the situation when the total number of possible unique feasible objects is greater than the capacity of the subpool is very likely. In this case the object attributes using this subpool are limited by the list of the objects already generated and many possible objects which provide better solutions can be missing. The *bang* technique is proposed: when the changes in the upper-level pool stop for some time (the fitness and/or penalty functions' values don't change for a period), the *bang* technique is applied to subpools – the attributes of all objects in subpools are mutated with specified probability and scope coefficient and the changes are committed even when the objects get worse fitness and penalty functions' values. A new population with some features of the previous one is produced and after a number of iterations other possible unique objects can be generated.

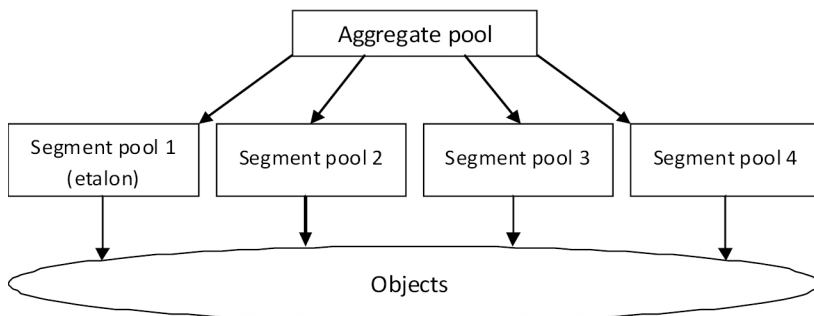


Fig. 4. Two-level approach in COOMA

This version of COOMA is very difficult to use because there are a lot of settings that have to be adopted for different types of problems. And these settings may not work well during the whole optimization process. So there is a further two-level version of COOMA which re-

quires minimal settings because it is self-adaptive. The basic idea of this approach is shown in Fig. 4.

All pools are divided into one aggregate pool c^A and a number of segment pools $c^S \in B_{c^A}$. Segment pools are treated as the objects of the aggregate pool and at the same time act as the pools with their own objects – the solutions and their elements. The fitness function of segment pools is calculated after each N_{c^A} iterations (by default $N_{c^A} = 100$) via

$$\text{the formula: } F(c_i^S) = F^p(c_i^S) + F^f(c_i^S), F^p(c_i^S) = \frac{\frac{n_{c_i^S}^{pc}}{|B_{c_i^S}|}}{\max_{c_j^S \in B_{c^A}} \frac{n_{c_j^S}^{pc}}{|B_{c_j^S}|}} \times \frac{\frac{n_{c_i^S}^{pt}}{|B_{c_i^S}|}}{\max_{c_j^S \in B_{c^A}} \frac{n_{c_j^S}^{pt}}{|B_{c_j^S}|}},$$

$$F^f(c_i^S) = \frac{\frac{n_{c_i^S}^{fc}}{|B_{c_i^S}|}}{\max_{c_j^S \in B_{c^A}} \frac{n_{c_j^S}^{fc}}{|B_{c_j^S}|}} \times \frac{\frac{n_{c_i^S}^{ft}}{|B_{c_i^S}|}}{\max_{c_j^S \in B_{c^A}} \frac{n_{c_j^S}^{ft}}{|B_{c_j^S}|}}, \text{ where } n_{c^S}^{pc} \text{ is the count of the accept-}$$

ed penalty changes of the objects in the pool c^S during N_{c^A} iterations, $|B_{c^S}|$ is the total number of the objects in the segment pool c^S , $n_{c^S}^{pt}$ is the total improvement of the best penalty function's value in the segment pool c^S during N_{c^A} iterations, $n_{c^S}^{fc}$ is the count of the accepted fitness changes of the objects in the pool c^S during N_{c^A} iterations, $n_{c^S}^{ft}$ is the total improvement of the best fitness function's value in the pool c^S during N_{c^A} iterations. If there are no infeasible objects in the segment pool, $F^p(c_i^S)$ is set to 1.

Initially all segment pools have the equal number of objects. After each N_{c^A} iterations the objects are redistributed among segment pools proportionally the values of their fitness functions, but the number of objects in the segment pool c^S can't be less than its minimal quota q_{c^S} (by default $q_{c^S} = 1$).

The parameters of segment pools (such as p_c^{mov} , K_c^{rep} , $p_c^{rep(dup)}$, $p_c^{rep(F^+)}$, $p_c^{rep(F^-)}$, $p_c^{rep(P^+)}$, $p_c^{rep(P^-)}$, etc.) become attributes which are modified each N_{c^A} iterations after redistributing of objects among segment pools. The first segment pool is called *etalon* pool and its attributes are not changed (it allows to preserve initial parameters).

As the optimization process may pass through a number of stages which require different settings, the *predefined strategies* technique can be realized. There are three basic predefined strategies (the number can be increased): a) standard search, b) local search and c) global search. The default strategy is *standard search*. It has homogenized parameter configuration applicable for different problems. After a number of iterations since the best fitness and penalty functions' values of the objects in all segment pools stopped to change the random strategy is selected. *Local search* strategy helps in situations when COOMA is close to optimal solution and more accurate search in the possible optimum area is required (it has more precise replication and mutation scope coefficients). *Global search* strategy is successful when the local optimum is already reached and we need to explore full search space to find better solutions (it has higher replication and mutation scope coefficients). The new selected strategy is assigned to *etalon* pool.

Results

To demonstrate the operation of COOMA, two multi-level problems were optimized using two-level version of algorithm with four segment pools.

First is one-dimensional wood board cutting problem. Suppose we have three types of wood boards with lengths 200, 300 and 600 cm costing each \$1, \$1.25 and \$1.75 respectively. The boards are to be cut into small board parts: 36 parts with length 120 cm, 25 parts – 300 cm and 14 parts – 500 cm. The total cost of materials should be minimized.

In the terms of COOMA there are three subpools with cutting methods $c_i, i=1, 2, 3$ (for each possible length of boards) and one main pool with solutions c_4 . Objects representing cutting methods $b_{i,j} \in B_{c_i}, j=1, 2, \dots, 40$ have three attributes-variables $x_{b_{i,j},k}$ encoding a number of parts of type k cut from one board of type i and two attributes-parameters $L_{b_{i,j}} = L_i$ and $P_{b_{i,j}} = P_i$ – length and cost of the board of type i . The solutions $b_l \in B_{c_4}, l=1, 2, \dots, 12$ have three object at-

tributes-variables $s_{b_i,j}$, $i = 1, 2, 3$ containing from 0 to 40 objects from subpools of each type. So solution shows how many boards of each type should be cut using different methods.

The fitness function of the objects representing cutting methods is $F(b_{i,j}) = 120x_{b_{i,j},1} + 300x_{b_{i,j},2} + 500x_{b_{i,j},3} \rightarrow \max$, the single constraint is $120x_{b_{i,j},1} + 300x_{b_{i,j},2} + 500x_{b_{i,j},3} \leq L_i$ (when the constraint is not satisfied, the penalty function's value equals the difference between the left and the right part of the expression, otherwise the penalty function's value is zero).

The fitness function of the solutions is $F(b_i) = \sum_{b_{i,j} \in S_i} P_{b_{i,j}} \rightarrow \min$ and constraints are $\sum_{b_{i,j} \in S_i} x_{b_{i,j},1} \geq 36$, $\sum_{b_{i,j} \in S_i} x_{b_{i,j},2} \geq 25$ and $\sum_{b_{i,j} \in S_i} x_{b_{i,j},3} \geq 14$, where $S_i = s_{b_i,1} \cup s_{b_i,2} \cup s_{b_i,3}$.

The minimal fitness function's value is \$59.5, the optimal solution is shown in Table 1. The minimal fitness function value is achieved when 34 boards with length 600 cm are cut using the combination of 4 cutting methods.

Table 1.

The optimal solution of the wood board cutting problem (one of)

Board type	Cost per board, \$	Cuts	Part 1, 120 cm	Part 2, 300 cm	Part 3, 500 cm	Cost per cutting method, \$
Board 1, 200 cm	1	–	–	–	–	–
Board 2, 300 cm	1.25	–	–	–	–	–
Board 3, 600 cm	1.75	6	5	–	–	10.5
		3	2	1	–	5.25
		11	–	2	–	19.25
		14	–	–	1	24.5
Total	–	34	36	25	14	59.5

The average optimization statistics of 1000 runs of COOMA for wood board cutting problem is given in Table 2. *Bang* technique practically shows no effect in this case.

Table 2.

COOMA statistics for wood board cutting problem					
Test number	Stop when no change, steps	Bang technique applied	Average fitness	Average step number	Solution not found, runs
1	1000	–	60.2	1 867.7	4
2	1000	+	60.14	1 863.6	4
3	2000	–	59.9	3 293.9	6
4	2000	+	59.75	3 321.4	7
5	3000	–	59.72	4 595.8	1
6	3000	+	59.63	4 607.5	6
7	5000	–	59.65	7 034.9	5
8	5000	+	59.54	6 831.9	6

Second test problem is an abstract engineering problem – the machine containing components is designed. The solutions in the main pool c_1 (pool of the machines) have one object attribute $s_{b_i}, b_i \in B_{c_1}, i = 1, 2, \dots, 12$ which contains 3 objects from the subpool c_2 (components' pool). The objects in the subpool $b_j \in B_{c_2}, j = 1, 2, \dots, 20$ have three attributes-variables $x_{b_j,k} \in [-3; 3], k = 1, 2, 3$ and are optimized via formula $F(b_j) = 5 \cdot \sum_{k=1}^3 [1 - \cos(5x_{b_j,k})] \rightarrow \min$. The solutions in the main pool are optimized using formula $F(b_i) = \sum_{b_j \in c_2} \sum_{k=1}^3 x_{b_j,k}^2 \rightarrow \min$.

It is clear that the minimal value of the fitness function is 0 when all three selected components have all variables with zero values. The average optimization statistics of 1000 runs of COOMA for machine design problem is given in Table 3. The capacity of the subpool (20) is less than the possible number of optimal components (125 components with $F(b_j) = 0$). So the *bang* technique helps to find optimal solutions. Without it the average fitness function's value doesn't go lower 2.618 even after 5800 iterations.

Though COOMA is not mainly intended to work with classical mathematical functions and its major mission is to optimize multi-level object structures, to demonstrate the operation of COOMA several

well-known test functions were optimized: 8 functions without constraints and 11 functions with constraints.

Table 3.

COOMA statistics for machine design problem

Test number	Stop when no change, steps	Bang technique applied	Average fitness	Average step number	Solution not found, runs
1	1000	–	2.905	1 380.7	–
2	1000	+	0.066	1 896.0	–
3	2000	–	2.927	2 531.4	–
4	2000	+	0.002	3 131.2	–
5	3000	–	2.923	3 667.8	–
6	3000	+	0.0	4 229.4	–
7	5000	–	2.618	5 800.0	–
8	5000	+	0.0	6 229.0	–

Table 4.

COOMA results for test functions without constraints

Test function	Number of variables	Average step number	Average operations' usage, % (movement : replication : mutation)	Solution not found, runs
De Jong 1	50	6 830.6	1.91 : 12.62 : 85.47	–
Rosenbrock's saddle	50	1 009 831.9	11.18 : 1.29 : 87.53	–
De Jong 3	50	11 868.8	0.63 : 14.76 : 84.61	–
Rastrigin	50	30 002.3	9.58 : 4.7 : 85.72	–
Schwefel	50	77 805.1	21.93 : 1.53 : 76.55	–
Griewank	50	13 451.1	7.72 : 6.92 : 85.36	1
Ackley	50	17 055.3	7.65 : 7.56 : 84.79	–
Schaffer N. 4	2	190.6	11.53 : 7.56 : 80.91	–

The average optimization statistics of 100 runs of COOMA for test functions without constraints is given in Table 4. The parameters of optimization: 12 solutions in the main pool divided into 4 segment pools, fitness function's precision ± 0.001 , apply new strategy after

100n steps during which fitness function doesn't change (where n is the number of variables), stop when exact or better value of fitness function is achieved (the search also stops and reports "Solution not found" if after 50 changes of strategy, fitness function's value is still not found).

All functions were successfully optimized. The worst results (maximal average step number 1 009 831.9) were shown for Rosenbrock's saddle test.

The functions with constraints marked G1-G11 were taken from [8, Appendix]. The average optimization statistics of 100 runs of COOMA for test functions with constraints is given in Table 5. The parameters of optimization: 12 solutions in the main pool divided into 4 segment pools, fitness and penalty functions' precision ± 0.001 (± 0.002 for G7), equalities' precision ± 0.0001 , apply new strategy after 100n steps during which fitness function doesn't change (where n is the number of variables), stop when exact or better value of fitness function is achieved (the search also stops and reports "Solution not found" if after 1000 changes of strategy, fitness function's value is still not found).

Table 5.

COOMA results for test functions with constraints

Test function	Number of variables	Average step number	Average operations' usage, % (movement : replication : mutation)	Solution not found, runs
G1	13	10 615.1	20.81 : 2.53 : 76.66	—
G2	20	1 250 319.8	20.29 : 2.58 : 77.14	6
G3	20	16 785.2	18.85 : 0.93 : 80.22	3
G4	5	24 748.6	27.4 : 1.25 : 71.35	—
G5	4	2 263.5	29.6 : 0.67 : 69.73	1
G6	2	8 021.6	28.6 : 0.77 : 70.62	—
G7	10	1 216 486.5	18.88 : 9.33 : 71.79	9
G8	2	83.0	27.85 : 0.77 : 71.37	—
G9	7	866 667.7	20.82 : 5.0 : 74.18	54
G10	8	618 702.6	28.06 : 0.44 : 71.49	72
G11	2	1 298.19	22.72 : 1.11 : 76.17	—

The problems occurred with G7 function. COOMA was able to find optimal solution only with fitness and penalty functions' precision ± 0.002 and still the average step number (1 216 486.5) is one of the biggest. And the maximal average step number (1 250 319.8) was shown for G2 function.

G10 and G9 functions lead in "Solution not found" situation (72 and 54 failures respectively).

The fitness function's value received for G5 function (average 4605.68, minimal 4220.53, maximal 5120.36) is better than reported in [8, Appendix] (5126.4981).

To demonstrate the ability of COOMA to solve multimodal functions, test function $f(x) = 5 \cdot \sum_{i=1}^n (1 - \cos(5 \cdot x_i))$, $x_i \in [-3; 3]$ was optimized. Function's minimal value is 0 and the number of optimums is 5^n , where n is the number of variables.

The average optimization statistics of 100 runs of COOMA for multimodal test function with different number of variables is given in Table 6. The parameters of optimization: main pool divided into 4 segment pools, unique objects' requirement of the main pool is set, fitness function's precision ± 0.001 , stop after 2000n steps.

Table 6.

COOMA results for multimodal test function

Number of variables	Step count	Total number of solutions in main pool	Average found optimums count	Total number of optimums	Average operations' usage, % (movement : replication : mutation)
1	2 000	12	4.8	5	22.27 : 1.36 : 76.37
2	4 000	32	18.1	25	20.7 : 1.53 : 77.77
3	6 000	160	88.6	125	21.94 : 1.21 : 76.86
4	8 000	200	169.1	625	19.77 : 1.68 : 78.55
5	10 000	200	187.9	3 125	16.12 : 1.85 : 82.03
10	20 000	200	192.4	9 765 625	14.11 : 2.21 : 83.68

Statistics shows that the maximal number of optimums from known number is found for test cases with smaller dimensions (4.8 from 5

for one variable's case and 18.1 from 25 for two variables' case). In other cases the average number of found optimums is much more less than known total number because (possible reasons) a) the number of known optimums grows faster than the number of steps, b) the ability to find solutions is limited by the total capacity of the main pool (for tests with 4 variables and more).

Discussion

As an efficient optimization algorithm COOMA should deal with several factors that complicate the application of stochastic search methods in practice (the list is not complete).

The first one is the multimodality of the objective function. Classical stochastic search algorithms are likely to find one best solution and that's a problem because a) the "best" solution is usually only a local optimum and the global optimum may be not found; b) in some cases we need to find out all the solutions to satisfy the requirements first and then select the best one among them manually according to other criterions [4]. The problem can be partially solved with special settings of the classical algorithms (such as increased level of mutations and cross-breeding in GA) and using the new approaches [5, 9, 10].

COOMA works with multimodal objective functions realizing mechanism which limits the area of replication and mutation operations. The replication and mutation scopes are regulated on several levels – by replication and mutation scope coefficients of the pools, objects and attributes. These coefficients depend on the fitness and penalty functions' values of the object, on the strategy (standard, local or global search) implemented by the pool and on the initial settings of the algorithm.

The second difficulty is constraint optimization. The goal of constraint optimization is to optimize the fitness function while satisfying a group of constraints. There are different modifications of optimization algorithms [2, 11, 13] that can deal with constraint optimization. The basic approaches of handling constraints (on the example of genetic algorithms) are described in [8].

In COOMA for each object in pool the new fitness and penalty functions' values are calculated and the changes are accepted when a) current penalty function's value is positive (the object is infeasible) and the new penalty function's value is less than its current value or b) the object is feasible and the new fitness function's value is better than its current value. Realizing this model COOMA at first finds the feasible area and then searches for the optimal solutions within this area.

The next factor is that there is no optimal parameter configuration of the certain algorithm for all types of problems. The situation is described by so called "No free lunch" theorem [17]. There are three basic approaches: a) to use some homogenized parameter configuration (which will work with some average performance for different problems); b) to change parameter configuration manually before solving each problem; c) to adopt parameters of the algorithm automatically before or while solving the problem (the idea which seems to be more perspective). The realization of the last approach is described in [7], [15, Section 10].

COOMA implements a self-adaptive two-level approach when each pool is divided into one aggregate pool and a number of segment pools which are treated as the objects of the aggregate pool. This approach helps to adopt parameters of the algorithm automatically while solving the problem.

And the last but not the least difficulty is a number of variables and their behavior in real-world problems. When the number of variables increases and their behavior becomes rather complex, even the very best algorithms are not able to find the optimal solution in a reasonable time because the searching space is too large. One of the possible ways is to separate a single big problem into several smaller ones according to the problem's structure, and realize a multi-level hierarchical algorithm. This approach is realized e. g. in [14].

COOMA realizes an Object-Relational Mapping (ORM) model supporting practically any types of parameters, variables, and associations between objects. The objects of different classes are organized in pools and pools form the hierarchical structure according to the associations between classes.

Conclusion

The main advantage of the proposed algorithm (COOMA) is that it can find optimal solutions of the problems described in the terms of object-oriented models with practically any types of parameters, variables, and associations between objects. It can easily be implemented in a form of computer program in which problem models can be built using visual interface or exported from existing database and ORM structures.

As the optimization algorithm COOMA is able to solve problems with multimodal fitness functions and a system of constraints and has a built-in self-adaptive settings' mechanism.

COOMA source code on Java is available on request.

Acknowledgements

The author thanks Prof. Victor Muraviev for his help in developing mathematical models and Elena Okhnyanskaia and Martin Kenny for their help in preparing this manuscript.

References

1. Brest J., Zumer V., and Maucec M.S. "Self-Adaptive Differential Evolution Algorithm in Constrained Real-Parameter Optimization". *2006 IEEE International Conference on Evolutionary Computation (2006)*: 215-22. doi:10.1109/cec.2006.1688311.
2. Chehouri, Adam, Rafic Younes, Jean Perron, and Adrian Ilinca. "A Constraint-Handling Technique for Genetic Algorithms using a Violation Factor". *Journal of Computer Science* 12, no. 7 (2016): 350-62. doi:10.3844/jcssp.2016.350.362.
3. Eberhart R., and Kennedy J. "A new optimizer using particle swarm theory." *MHS'95. Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science (1995)*: 39-43. doi:10.1109/mhs.1995.494215.
4. Gao, Qin, Yi Zhong, and Xinjuan Zheng. "Hierarchical particle swarm optimization algorithm for multimodal function optimization". *Metalurgical and Mining Industry*, no. 9 (2015): 908-916.

5. Hall Matthew. "A Cumulative Multi-Niching Genetic Algorithm for Multimodal Function Optimization". *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence* 1, no. 9 (2012): 6-13. doi:10.14569/ijarai.2012.010902.
6. Holland, John H. *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2010.
7. Jiang, Zhong-Yang, Zi-Xing Cai, and Yong Wang. "Hybrid Self-Adaptive Orthogonal Genetic Algorithm for Solving Global Optimization Problems". *Journal of Software* 21, no. 6 (2010): 1296-307. doi:10.3724/sp.j.1001.2010.03592.
8. Koziel, Slawomir, and Zbigniew Michalewicz. "Evolutionary Algorithms, Homomorphous Mappings, and Constrained Parameter Optimization". *Evolutionary Computation* 7, no. 1 (1999): 19-44. doi:10.1162/evco.1999.7.1.19.
9. Li, Xiaodong. "Niching Without Niching Parameters: Particle Swarm Optimization Using a Ring Topology". *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 14, no. 1 (2010): 150-69. doi:10.1109/tevc.2009.2026270.
10. Liang, Yong, and Kwong-Sak Leung. "Genetic Algorithm with adaptive elitist-population strategies for multimodal function optimization". *Applied Soft Computing* 11, no. 2 (2011): 2017-034. doi:10.1016/j.asoc.2010.06.017.
11. Long, Qiang. "A constraint handling technique for constrained multi-objective genetic algorithm". *Swarm and Evolutionary Computation* 15 (2014): 66-79. doi:10.1016/j.swevo.2013.12.002.
12. Martikainen, Jarno, and Seppo J. Ovaska. "Hierarchical Two-Population Genetic Algorithm". *International Journal of Computational Intelligence Research* 2, no. 4 (2006): 367-80. doi:10.5019/j.ij-cir.2006.74.
13. Mazhoud, Issam, Khaled Hadj-Hamou, Jean Bigeon, and Patrice Joyeux. "Particle swarm optimization for solving engineering problems: A new constraint-handling mechanism". *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 26, no. 4 (2013): 1263-273. doi:10.1016/j.en-gappai.2013.02.002.

14. Neoh, Siew Chin, Norhashimah Morad, Chee Peng Lim, and Zalina Abdul Aziz. "A Layered Matrix Cascade Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization Approach to Thermal Power Generation Scheduling". *Advances in Soft Computing Soft Computing in Industrial Applications* 39 (2007): 241-50. doi:10.1007/978-3-540-70706-6_23.
15. Parsopoulos, K. E., and M. N. Vrahatis. "Recent approaches to global optimization problems through particle swarm optimization". *Natural Computing* 1, no. 2/3 (2002): 235-306. doi:10.1023/a:1016568309421.
16. Storn, Rainer, and Kenneth Price. *Differential evolution: a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces*. Berkeley, CA: ICSI, 1995.
17. Wolpert, D. H., and W. G. Macready. "No free lunch theorems for optimization". *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 1, no. 1 (1997): 67-82. doi:10.1109/4235.585893.
18. Zou, Dexuan. "A Self-adaptive Global Particle Swarm Optimization Algorithm for Unconstrained Optimization Problems". *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition* 7, no. 6 (2014): 183-200. doi:10.14257/ijsp.2014.7.6.15.

DATA ABOUT THE AUTHOR

Tavridovich Stanislav Alexandrovich, System Analyst, Candidate of Economics, Associate Professor
Systematica Consulting LLC
68N, B. Sampsonievsky Prospect, Saint-Petersburg, 194100, Russian Federation
stanislav@tavridovich.ru
ORCID: 0000-0002-1530-9217

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Тавридович Станислав Александрович, системный аналитик, кандидат экономических наук, доцент
ООО «Систематика Консалтинг»
пр. Б. Сампсониевский, 68Н, г. Санкт-Петербург, 194100, Российская Федерация
stanislav@tavridovich.ru

DOI: 10.12731/2227-930X-2017-2-48-55

**WORKING MACHINE-HOUR COST
COMPARISON OF MODERN ROAD COVERAGE
PROCESSING MECHANIZATION**

Izmaylova D.K., Seliverstov N.D.

In the article there are mentioned features of alternative mechanization machine-hour cost calculations. Also determined analytical dependencies of calculating the expenses of ownership and maintenance. Given a comparison of expense items of various options for the processing implementation. The analysis is based on the international organizing experience for these types of work.

Keywords: *processing; road coverage; mechanization; machine-hour cost; cost of depreciation.*

Introduction

Economic efficiency of the machines is determined by costs of purchase, maintenance, repairing and relocation. The amount of costs mainly depends on the type of machine, working conditions, length of the operation period as well as on the terms of insurance and taxation.

Total costs of ownership and maintenance of the machinery during its operation period can be calculated approximately [1]. Total costs of ownership and maintenance will be largely determined by sales/purchase price and the cost of maintenance in operation period. The sales/purchase price is determined as the difference between the purchase price, which includes the delivery of the equipment to customer and the resale value of the machine. The resale value is determined by the chosen methods of depreciation in the accounting and taxation [3, 6].

Cost determination by expenditure

The cost of mechanization working machine-hour is determined by the equation:

$$C_{AM} = C_{M^4const} + C_{M^4var} + C_{ОПЕР}, \text{ rub./h};$$

C_{M^4const} – cost of ownership (constant), rub./h;

C_{M^4var} – cost of maintenance (variable), rub./h;

$C_{ОПЕР}$ – hourly operator tariff rate, rub./h;

The cost of ownership is determined by the equation:

$$C_{M^4const} = C_{AM} + C_{ДОХ} + C_{НАЛ} + C_{СТРАХ}, \text{ rub./h};$$

C_{AM} – depreciation value, rub./h;

$C_{ДОХ}$ – the amount of income from ownership, rub./h;

$C_{НАЛ}$ – taxes, rub./h;

$C_{СТРАХ}$ – insurance, rub./h;

Depreciation value is calculated on the basis of the equation:

$$C_{AM} = \frac{C_{МАШ} - C_{ПРОД}}{T_{ВЛ} \cdot N_{МЧ}}, \text{ rub./h};$$

$C_{МАШ}$ – machinery price, rub.;

$C_{ПРОД}$ – cost of resale, rub.;

$T_{ВЛ}$ – total estimated life of the machinery, year;

$N_{МЧ}$ – number of machine-hours of work per year, hour/year.

In Fig. 1 there are given depreciation costs of alternative processing mechanization.

1) Purchase costs on machinery are determined considering the cost of resale, which depends on many factors: the age of the machine; the number of machine-hours to the time of resale or exchange; type of work and operating conditions; physical condition [5].

The amount of income from possession is determined by the equation:

$$C_{ДОХ} = \frac{\left[\frac{x}{100} \cdot \frac{C_{МАШ} + C_{ПРОД}}{2} \right]}{N_{МЧ}} = \frac{x \cdot (C_{МАШ} + C_{ПРОД})}{200 \cdot N_{МЧ}}, \text{ rub./h};$$

x – income rate, %.

Cost of taxation and insurance:

$$C_{НАЛ} = \frac{C_{НАЛ.СТ}}{N_{МЧ}}; C_{СТРАХ} = \frac{C_{СТРАХ.СТ}}{N_{МЧ}},$$

$C_{НАЛ.СТ}$ – annual cost of taxation, rub./year;

$C_{СТРАХ.СТ}$ – annual cost of insurance, rub./year;

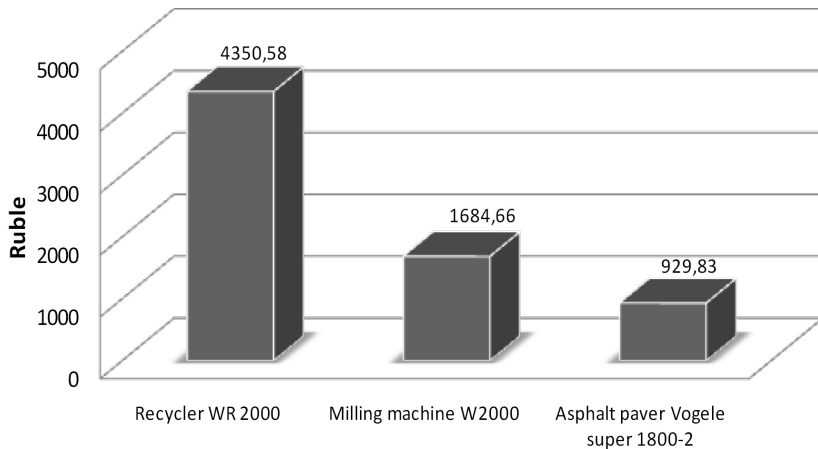


Fig. 1. Depreciation expenses of alternative processing mechanization machine-hour work

2) Information about maintenance costs, repairing and relocation in the market conditions is a trade secret. The amount of costs for maintenance also depends on the number of operating machine-hours and conditions of operating.

The content cost is determined by the equation:

$$C_{MЧvar} = C_{ТОП} + C_{СМАЗ} + C_{ДВИЖ} + C_{РМ} \text{ rub./h;}$$

$C_{ТОП}$ – cost of fuel, rub./h;

$C_{СМАЗ}$ – cost of lubricants, rub./h;

$C_{ДВИЖ}$ – cost of the propulsor, rub./h;

$C_{РМ}$ – cost of consumables (cutting element), rub./h;

Cost of fuel:

$$C_{ТОП} = \Pi_{ТОП} \cdot G_{ТОП} \text{ rub./h;}$$

$\Pi_{ТОП}$ – market fuel price, rub./liter;

$G_{ТОП}$ – hourly fuel consumption, liter/hour;

Cost of lubricants:

$$\Pi_{СМАЗ} = \Pi_{СМАЗ} \cdot G_{СМАЗ} \text{ rub./h;}$$

$\Pi_{СМАЗ}$ – market price of lubricants, rub./liter;

$G_{СМАЗ}$ – hourly consumption of lubricants, liter/hour;

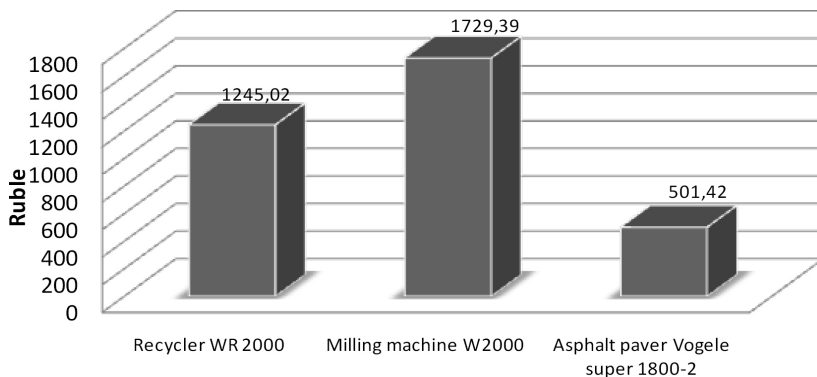


Fig. 2. Fuel and lubricants expenses of alternative processing mechanization machine-hour work

3) Taxation, equipment insurance, fuel and lubricants costs can change during operation process. If the duration period of the unit, maintenance and repair conditions, as well as insurance and taxation conditions change, the prime cost of the machine-hour operation adjusts.

Figures 2, 3 and 4 show the data of expense for fuel and lubricants, hydraulic fluid and maintenance and repair of alternative processing mechanization.

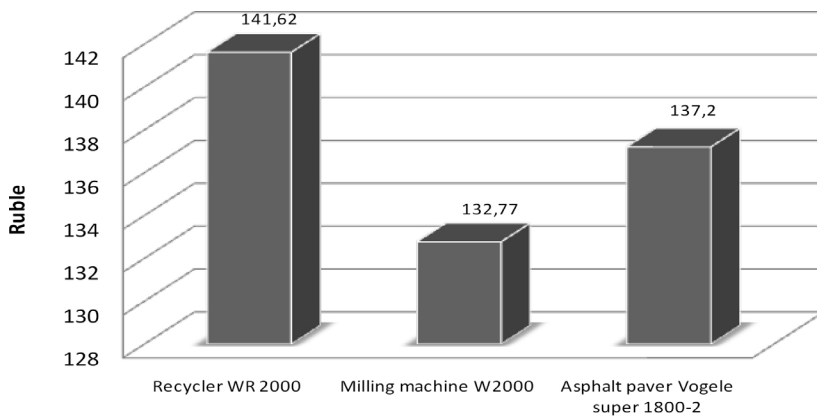


Fig. 3. Hydraulic fluid expenses of alternative processing mechanization machine-hour work

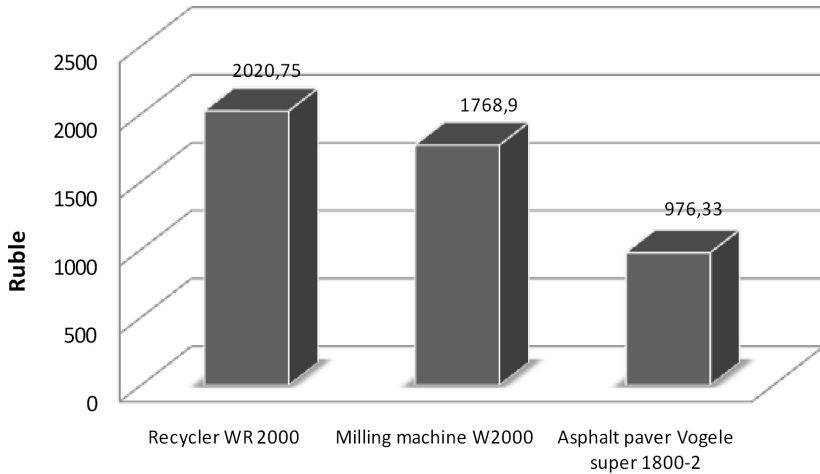


Fig. 4. Maintenance and repair expenses of alternative processing mechanization machine-hour work

The prime cost of the propulsor:

$$C_{\text{ДВИЖ}} = \frac{U_{\text{ДВИЖ}}}{T_{\text{ДВИЖ}}}, \text{ rub./h};$$

$U_{\text{ДВИЖ}}$ – the cost of the propulsion unit, rub.;

$T_{\text{ДВИЖ}}$ – total estimated service life of the kit, hour;

The cost price of the consumable material (cutting element) is determined by the equation:

$$C_{\text{PM}} = U_{\text{IPM}} \cdot \frac{n_{\text{БВ}}}{Q} \cdot \Pi_{\phi} = U_{\text{IPM}} \cdot \frac{n_{\text{БВ}}}{t_{\text{Ц}}}, \text{ rub./h};$$

U_{IPM} – cost of the cutting element, rub./pcs;

$\frac{n_{\text{БВ}}}{Q}$ – consumption of cutting elements, pcs/m³

Π_{ϕ} – milling productivity, m³/h;

$t_{\text{Ц}}$ – duration of the cycle (period) of milling, h.

Cost calculation of a machine-hour work

Cost calculation of a machine-hour work of a recycler (processor), a road milling machine and an asphalt paver involves calculations of

several types of costs. The expenses for the working machine-hour of mechanization are presented in Table 1.

Table 1.

Calculation of the road machinery machine-hour costs

Expenditure	Expenses of mechanization, rub/h		
	Milling machine W2000	Asphalt paver Voegel super 1800-2	Recycler WR 2000
Depreciation	1684,66	2059,6	4350,58
Costs of remuneration for drivers and machine operators	273,45	273,45	215,12
Costs of fuel and lubricants for the machines and mechanisms **	1729,39	501,42	1245,02
Costs of hydraulic fluid	132,77	137,2	141,62
Tire costs	-	-	84,74
Costs of relocating the machinery on a trailer	78,41	78,41	78,41/866,58*
Maintenance and repair costs	1768,9	1213,2	2020,75
Total $C_{MЧ}$	5666 rub/h	4264 rub/h	8923 rub/h

* – self-relocation

Conclusion

The analysis of organizational and economic activities at all stages of the production process allows to increase competitiveness of products. Cost of road construction works reduction is the main clause of competitiveness, efficiency increase and profitability [2, 7]. Unit cost of coating layers repairing is determined primarily by the cost of asphalt mix. The dynamics of the direct total cost of repairs is determined by the degree of re-use and workload.

Depreciation charges form basing on the price of the machine and annual operating mode, which determine the monthly depreciation rate, as well as depreciation of a one machine-hour. The costs of remuneration for drivers and machine operators are calculated basing on the hourly rate of the employee, including premiums and insurance premiums. The costs of fuel and lubricants

for the machinery and mechanisms are determined by the cost of materials and fuel consumption rates in liters per hour of work. The costs of the hydraulic fluid depend on the capacity of the hydraulic system, density of the hydraulic fluid, frequency of the full replacement (times per year), price of fluid and consumption per one machine-hour. Calculation costs of stabilizer tires are based on the average annual mileage, tire price, tire delivery cost factor and restoring and repairing costs of tires. The costs of relocating on a trailer are determined depending on fuel consumption per 100 km and fuel prices in the region. The relocation of stabilizers is possible self-propelling. The costs for maintenance and repair are established on the basis of estimated replacement cost and working time balance.

References

1. Izmaylova D.K., Dreytsen M.A. Improving indicators of motor complex organization on the basis of modern concepts of functioning // *Economics and society* 2015. №2-2 (15), pp. 686–688.
2. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Evaluation of the restoring costs of road surface based on non-waste technology work // *Repair, restoration, modernization*. 2017. № 3, pp. 38–44.
3. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Economics of non-waste technologies in Russia // *Repair, restoration, modernization*. 2016. № 12, pp. 37–40.
4. Kustarev G.V., Seliverstov N.D. Ways of development of recycling pavements technologies in Russia // *Building equipment*. 2015. № 12 (858), pp. 4–8.
5. *Caterpillar Performance Handbook*. Technical and operational characteristics of machines of the Caterpillar company: Handbook. USA, Peoria, Illinois: Caterpillar Inc., 2007. 1308 p.
6. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Economy of a Non-waste Road Repairing and Covering Technology in Different Countries // *International Journal of Advanced Studies*. 2016. Vol. 6. № 3, pp. 3-6. DOI: 10.12731/2227-930X-2016-3-1.

7. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Economic Indicators of Road Surfaces Reconstructions in the World Using Non-waste Technology // International Journal of Advanced Studies. 2016. Vol. 6. № 3, pp. 7-11. DOI: 10.12731/2227-930X-2016-3-2.

DATA ABOUT THE AUTHORS

Izmaylova Dilyara Kyazymovna, Ph. D., Ass. Professor Department
Economics of Road Transport
State Technical University – MADI
64, Leningradsky prospekt, Moscow, 125319, Russian Federation
izmailovadk@list.ru

Seliverstov Nikolay Dmitrievich, Ph. D., Ass. Professor Department
Road-building machinery
State Technical University – MADI
64, Leningradsky prospekt, Moscow, 125319, Russian Federation
seliverstov_nd@inbox.ru

DOI: 10.12731/2227-930X-2017-2-56-63

CALCULATION PECULIARITIES OF RE-PROCESSED ROAD COVERING UNIT COST

Izmaylova D.K., Seliverstov N.D.

In the article there are considered questions of economic expediency of non-waste technology application for road covering repair and restoration. Determined the conditions of asphalt-concrete processing at plants. Carried out cost changing analysis of asphalt granulate considering the conditions of transportation and preproduction processing. Given an example of expense calculation of one conventional unit of asphalt-concrete mixture volume preparation with and without processing.

Keywords: *processing; road coverage; repair; asphalt granulate; material transportation; cost price.*

Introduction

Reduction cost of construction, repair and restoration of road surfaces is ensured at the stage of project planning, by optimizing the mechanization, parameters and operating modes of individual units. The dislocation of asphalt mixing equipment from the site of production determines the formation of mechanization complexes [4]. The restoring cost of the road coverage is made up of the cost of machine-hours and the cost of building materials with delivery to the place of production [2, 3, 7, 8]. The unit cost of production is determined by the equation:

$$C_{ЭП} = \frac{C_{МЧ}}{П} + C_{МД}, \text{ руб./m}^3, \quad (1)$$

$C_{МЧ}$ – the prime cost of complex's operation machine-hour, руб./h;

$П$ – operating capacity of the complex, m³/h;

$C_{МД}$ – cost of building material with delivery, руб./m³.

To estimate expenditures of restoring road surface using a non-waste technology there are several ways of implementing the repair process:

- 1) without recycling old pavement materials;
- 2) during cyclic processing on a remote mixing equipment (stationary / mobile plant / asphalt mixing plant);
- 3) during continuous recycling by the recycler in the process of removing / laying the coating in conjunction with machines that are feeding binder and / or cement-water suspension.

In the first and second options, there are used dump trucks and front loaders to transport materials between cycles. In the last two options, the percentage of recycled material in the new mixture is preset.

The volumes of finished products and transportation conditions of asphalt-concrete mixture to the place of work affect its production. Stationary plants are usually constructed in regions with a high constant demand for building materials. In uncertain conditions of mixture production volumes there are used mobile asphalt plants with various mobility.

The cost of 1 ton of a new hot asphalt mix without processing the granulate is determined by the equation:

$$C_{CM}^{GAC} = C_{II} + C_{MII} + C_{BB}, \text{ rub.} \quad (1)$$

C_{II} – cost of a sand component in a ton of mixture, rub;

C_{MII} – cost of a mineral powder component in a ton of mixture, rub;

C_{BB} – cost of a binder component in a ton of mixture, rub.

An example of calculating the material cost in an asphalt-concrete mixture without granulate is given in Table 1.

Table 1.

Calculation of the material cost in asphalt-concrete mixture without granulate

<i>N_o</i>	<i>Component</i>	<i>Composition, %</i>	<i>Content of the component in mixture, %</i>	<i>Amount, kg</i>	<i>Price, rub./ton</i>	<i>Total, rub.</i>
1	Sand	80	74,6	745,6	307,64	229,38
2	Mineral powder	20	18,7	186,4	1356,0	252,76
3	Bitumen BND 60/90	7,3	6,7	68,0	6688,19	454,80
Total:			100	1000	-	936,94

The main condition of economically efficient processing is the excess of a new hot asphalt mixture cost without granulate processing $C_{CM}^{ГАС}$ the mixture cost on the basis of the processed granulate $C_{CM}^{РАП}$ considering granulate and mixtures transportation between the work place and asphalt-concrete plant:

$$C_{CM}^{ГАС} \geq C_{CM}^{РАП} \text{ or } \frac{C_{CM}^{ГАС}}{C_{CM}^{РАП}} \geq 1. \quad (2)$$

The preparation of a new mixture with the use of asphalt granulate provides for its fragmentation into smaller fractions, sieving into fractions and surface processing [6, 9]. Calculating the cost of asphalt granulate crushing that goes to asphalt-concrete plant after milling is given in Table 2. Different RAP fractions, depending on the crushing degree can replace sand, mineral powder or both mineral components in the new mixture.

The mixture cost on the basis of RAP is determined by the equation:

$$C_{CM}^{РАП} = C_{РАП} + C_{ДРОБ} + C_{BB}, \text{ rub} \quad (3)$$

$C_{РАП}$ – the asphalt granulate cost in a ton of the mixture with delivery to the plant, rub.;

$C_{ДРОБ}$ – the cost of asphalt granulate crushing supplied to the plant after milling, rub.;

C_{BB} – cost of binder component in a ton of mixture, rub.

Table 2.

Calculation of asphalt granulate crushing cost supplied to the plant after milling

<i>№</i>	<i>Expenditures</i>	<i>Total, rub.</i>
1	Salaries	1837,85
2	Salary charges	524,60
3	Electricity	6751,36
4	Dump truck (15 t)	6413,80
5	Front loader	9597,72
6	Repairing costs	1182,50
7	Total direct costs	26297,83
8	Overhead (15%)	3944,67
9	Total 500 tons	30242,50
10	Total 1 ton	60,49

The above crushing regimes provide a fraction that replaces the sand components in the new mixture. To obtain a finer fraction of the mineral powder component, additional crushing and costs are necessary. Consider the option of the maximum use of asphalt granules in a new mixture on the plant. In this case, while calculating the cost of crushing an asphalt granulate that arrives at the plant after milling, a dimensionless correction coefficient is used, which value is in the range $k = 1,5 \div 4$ and is selected depending on the production conditions [5].

Asphalt granulate is obtained by removing the coating layer. The cost can be considered zero, since the removal of the old layer is a technological operation of repair / reconstruction of the road and is performed regardless of the repeated use of the materials obtained in construction.

The cost of asphalt granulate (RAP) is formed during its delivery to the place of mixture preparation and is determined by the equation:

$$C_{РАПД}^{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \left(C_{РАП} \cdot Q_{РАП} + \frac{C_{МЧ} \cdot l \cdot Q_{РАП}}{Q_{ТС}^2 \cdot V_{ТС}} \right) = \frac{C_{МЧ} \cdot l \cdot Q_{РАП}}{Q_{ТС}^2 \cdot V_{ТС}} \text{ rub./m}^3.$$

The asphalt granulate cost calculated based on weight:

$$C_{РАПД}^{\Sigma} = \frac{C_{МЧ} \cdot l \cdot Q_{РАП}}{Q_{ТС}^2 \cdot V_{ТС} \cdot \rho_{РАП}}, \text{ rub./kg}$$

$\rho_{РАП}$ – the density of asphalt granulate, kg/m^3 (for black rubble granulate $\rho_{РАП} = 1600, \text{kg/m}^3$); other notation were given earlier.

Considering special options of granulate delivery for one transport operation and delivery of granulate in a larger volume, at the first option (one transport delivery) we receive:

$$Q_{РАП} = Q_{ТС},$$

$$C_{РАПД}^{\Sigma} = \frac{C_{МЧД} \cdot l}{Q_{ТС} \cdot V_{ТС} \cdot \rho_{РАП}}, \text{ rub./kg}, \quad (4)$$

Examination of the RAP cost changing for the given delivery conditions (Table 2) with a variable transportation distance $l = var$ depending on the distance between plant and place where the RAP was obtained (Figure 3):

$C_{MЧД} = 2000$, rub./h; $Q_{TC} = 15$, m³; $V_{TC} = 45$, km/h; $\rho_{РАП} = 1600$, kg/m³;

$$C_{РАПД} = \frac{2000 \cdot l}{15 \cdot 45000 \cdot 1600} = 1,85 \cdot 10^{-6} \cdot l, \text{ rub./kg,}$$

$$C_{РАПД} = 1,85 \cdot 10^{-3} \cdot l, \text{ rub./ton}$$

Examination of the RAP cost changing when it is necessary to deliver the granulate in several transport operations. For given delivery conditions with variable transportation distance $l = var$ we get:

$C_{MЧД} = 2000$, rub./h;

$Q_{РАП} = 1000$, m³;

$Q_{TC} = 15$, m³;

$V_{TC} = 45$, km/h;

$\rho_{РАП} = 1600$, kg/m³;

The cost calculations of asphalt granulate based on weight:

$$C_{РАПД}^{\Sigma} = \frac{2000 \cdot 1000 \cdot l}{15^2 \cdot 45000 \cdot 1600} = 1,234 \cdot 10^{-4} \cdot l, \text{ rub./kg.}$$

$$\tilde{N}_{ДААА}^{\Sigma} = 0,1234 \cdot l, \text{ rub./t.}$$

A cost comparison of asphalt granulate on plant in particular delivery options in one transport operation and granulate delivery in a larger volume is shown in Fig. 1.

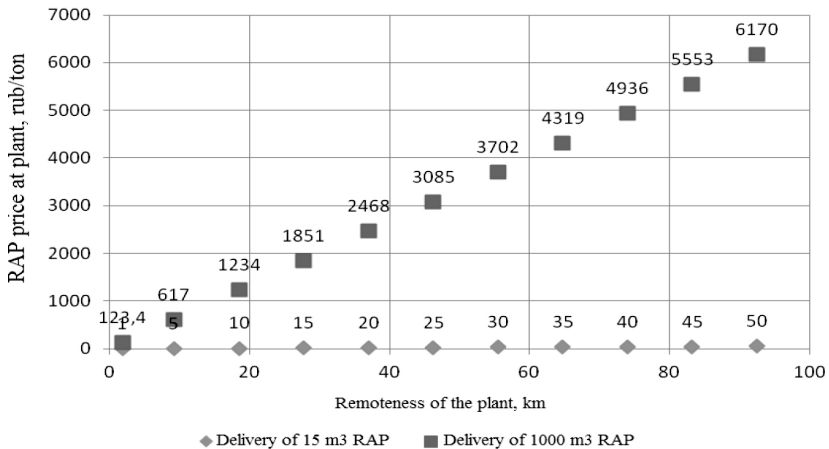


Fig. 1. Price change of asphalt granulate at plant for delivery of 15 m³ and for delivery of 1000 m³, depending on the remoteness of the plant from the place of receipt of the granulate and the specified conditions for the transportation mechanization.

Consideration of a special option of using asphalt granulate after crushing (Table 3), where the cost of a ton of granulate is determined mainly by the fragmentation cost of the fraction.

Table 3.

**Cost calculation of the materials
in an asphalt mix using asphalt granulate after crushing**

<i>№</i>	<i>Component</i>	<i>Composition, %</i>	<i>Content of the component in mixture, %</i>	<i>Amount, kg</i>	<i>Price, rub./ton</i>	<i>Total, rub.</i>
1	Asphalt granulate (crushed) Sand	63	93-95%	940,0	399,47	375,5
2	Asphalt granulate (crushed) Mineral powder	17			399,47	
3	Bitumen BND 60/90	6,2	5,84	58,4	6688,19	390,59
Total:			100	1000	-	766,1

* – **Limitation.** Calculating the final RAP cost, mathematical models do not take into account the cost of RAP sieving into different fractions, as well as the addition of surfactants and plasticizers.

The decision to use the technology of re-use of asphalt granules while processing it on plant is made on the basis of inequality (2) after calculating the preparing costs of 1 ton of asphalt mixture without granulate and with granulate. Example is given in Table 4 [5].

Table 4.

Cost calculations for preparation of 1 ton of asphalt-concrete mixture (type D)

<i>№</i>	<i>Expenditures</i>	<i>Composition</i>	
		<i>With no granulate</i>	<i>With granulate</i>
1	Raw materials	936,94	766,1
2	Fuel	43,97	43,97
3	Electricity	22,4	22,4
4	Basic salary	40,07	40,07
5	Social insurance deductions	11,22	11,22
6	Depreciation	19,37	19,37
7	Rent	36,79	36,79
8	Security	3,16	3,16
9	Overheads	129,48	129,48
10	Production cost	1243,04	1072,39

In the case of asphalt granules maximum use in the new mixture while preparing on plant, the amount of binder is comparable. Inequality (2) can be simplified to the form:

$$C_{II} + C_{МИ} \geq C_{РАП} + C_{ДРОБ};$$

$$\frac{C_{II} + C_{МИ}}{C_{РАП} + C_{ДРОБ}} \geq 1. (5)$$

Based on inequalities (2) and (5), transport conditions and maximum transportation distance are determined, which ensures the economic processing efficiency.

Conclusion

To determine the production cost, calculations for each nomenclature are made separately. Based on the production cost calculation, settlement prices are set, which in turn are the basis for the organization of the system of mutual settlements of production units.

The granulate cost $C_{РАП}$ is determined mainly by the volume of RAP delivery, the distance of transportation and operating characteristics of the vehicle (transport time, body / hopper volume). The RAP cost can vary from zero to infinity. Under certain conditions, the use of RAP becomes irrational due to the cost excess of the mixture based on the RAP compared to the cost of the new hot asphalt mix.

References

1. Izmaylova D.K., Dreytsen M.A. Improving indicators of motor complex organization on the basis of modern concepts of functioning // Economics and society 2015. №2–2 (15), pp. 686–688.
2. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Evaluation of the restoring costs of road surface based on non-waste technology work // Repair, restoration, modernization. 2017. № 3, pp. 38–44.
3. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Economics of non-waste technologies in Russia // Repair, restoration, modernization. 2016. № 12, pp. 37–40.
4. Kustarev G.V., Seliverstov N.D. Ways of development of recycling pavements technologies in Russia // Building equipment. 2015. №12 (858), pp. 4–8.

5. Lupanov A.P. Processing of asphalt concrete on plants. Moscow: Ekon-Inform, 2012. 210 p.
6. Seliverstov N.D. Selection of the asphalt-concrete mixtures composition for the road surface recycling // All materials. Encyclopedic reference book. 2015. № 7, pp. 40–45.
7. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Economy of a Non-waste Road Repairing and Covering Technology in Different Countries // International Journal of Advanced Studies. 2016. Vol. 6. № 3, pp. 3–6. DOI: 10.12731/2227-930X-2016-3-1.
8. Izmaylova D.K., Seliverstov N.D. Economic Indicators of Road Surfaces Reconstructions in the World Using Non-waste Technology // International Journal of Advanced Studies. 2016. Vol. 6. № 3, pp. 7–11. DOI: 10.12731/2227-930X-2016-3-2.
9. Seliverstov N.D. Selection of asphalt–concrete mixed compositions in cold recycling of road surfaces // Polymer Science. Series D. 2016. v. 9. № 1, pp. 106–109.

DATA ABOUT THE AUTHORS

Izmaylova Dilyara Kyazymovna, Ph. D., Ass. Professor Department
Economics of Road Transport
State Technical University – MADI
64, Leningradsky prospekt, Moscow, 125319, Russian Federation
izmailovadk@list.ru

Seliverstov Nikolay Dmitrievich, Ph. D., Ass. Professor Department
Road-building machinery
State Technical University – MADI
64, Leningradsky prospekt, Moscow, 125319, Russian Federation
seliverstov_nd@inbox.ru

DOI: 10.12731/2227-930X-2017-2-64-73

UDC 37.02

IMITATING MODEL OF ASSIMILATION AND FORGETTING OF THE LOGICALLY CONNECTED INFORMATION

Mayer R.V.

The educational material we present as a set of a number of information blocks consisting of learning material elements (LMEs); therefore its assimilation and forgetting occurs differently, than in the Ebbinghaus's experiments. The purpose of the article is constructing of a computer model of assimilation and forgetting of the logically connected information allowing: 1) to prove the fast rise of understanding while training; 2) to receive the forgetting curve for the comprehended information. The modeling methods help to receive the graphs of the knowledge level dependence on time. It is shown, that the processes of assimilation and forgetting occurs according to the logistic law.

Keywords: didactics; training, mastering; forgetting; computer modeling; level of knowledge; information block.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УСВОЕНИЯ И ЗАБЫВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИ СВЯЗАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Майер Р.В.

Учебный материал представим в виде совокупности большого числа информационных блоков, состоящих из элементов учебного материала (ЭУМ), поэтому его усвоение и забывание происходит иначе, чем в опытах Эббингауза. Цель статьи состоит в построении компьютерной модели усвоения и забывания логически связанной информации, позволяющей: 1) обосновать скачок понимания в процессе обучения; 2) получить кривую забывания для осмысленной

информации. Методами моделирования получены графики зависимости уровня знаний от времени. Показано, что процессы усвоения и забывания происходят по логистическому закону.

Ключевые слова: *дидактика; обучение; усвоение; забывание; компьютерное моделирование; уровень знаний; информационный блок.*

Introduction

The learning efficiency strongly depends on the pupil's perception, understanding, memorizing and forgetting of the reported information [1]. The regularities of these processes are studied by experimental psychology [2]. The fundamental research in this area is the work by Ebbinghaus (1885), devoted to the study of laws of storing (memorizing) without participation of the thinking processes, in which the method of learning senseless syllables exciting no semantic associations was used. It is impossible to name knowledge received by the pupil at a lesson, as the senseless information; it is easily associated with concepts, laws and theories, which the schoolchild already has got. S.L. Rubinstein marks, that forgetting of the comprehended material is not described by the Ebbinghaus's curve; this process submits to different laws and happens considerably slower [2, p. 136].

The purpose of the article is in creation and substantiation of the model of assimilation and forgetting of the logically connected information corresponding to the following facts: 1) during training there is a qualitative fast growth as a result of which the pupil suddenly begins understanding the material being studied; 2) often the pupil is not able to recall the specific learning material element (LME) directly, but he can recall it by association or logically deduce it from the LMEs known to him; 3) after the end of training if the pupil does not use the received knowledge, the reverse leap occurs: the comprehension level of the studied problem remains high at first, and then decreases. In the research the mathematical and computer simulation methods are used. The offered simulation model of assimilation and forgetting is based on the works by R. Atkinson, G. Bauer and E. Kroters [3],

R. Bush and T. Mosteller [4], D. Gibson and P. Jakl [5], L.P. Leontyev and O.G. Gohmann [6], F.S. Roberts [7], A.P. Sviridov [8], Hunt E. [9], and is the development of the approach stated in the papers by R.V. Mayer [10–13].

Constructing of matrix model of mastering

While studying the logically connected material the pupil not only tries to remember a set of separate LMEs (concepts, formulas), he tries to acquire the sequence of reasonings. The important condition of fast and strong assimilation of the reported information is its understanding, that is inclusion of any new facts, ideas and theories into the system of knowledge and representations that the pupil has, making connections with the acquired information [1, 2]. The essence of the offered approach is that the educational material is considered as a set of N separate ideas or information blocks. Each block consists of M learning material elements (LMEs), ordered and connected with logic links. To understand any new idea the pupil should solve the given intellectual problem, that is to study a sequence of all LMEs, included into the structure of the given information block, in first time. When the schoolchild has acquired all LMEs of the given idea and, solving the educational task, again goes through their sequence, in second (fifth or tenth) time he turn to the concrete cognitive situation. This happens without active involvement of thinking and is called understanding-recollection.

Knowledge of the given (i,j) – LME is defined by probability $p_{i,j}$ of the correct answer to the corresponding elementary question (fig. 1). The probability of the specific idea reproduction by the pupil is equal to the product of the all LMEs reproduction probabilities making this idea. Each LME is connected to some LMEs from some other ideas (blocks). For the simplicity it is possible to imagine a two-dimensional array of N lines and the M columns in which each element corresponds to probability $p_{i,j}$ of the corresponding LME remembering and is connected with four nearby LMEs (fig. 1). The links degree is defined by coefficients $c_{i,j}$.

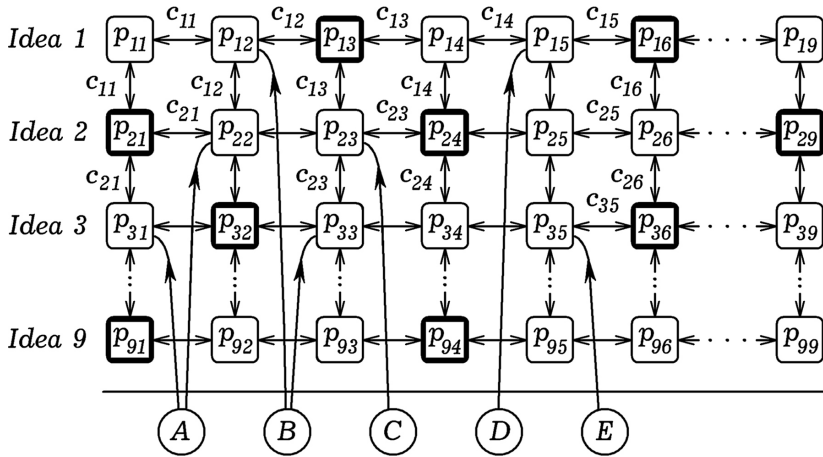


Fig. 1. The comprehended information as a system of N chains of the L LMEs

We characterize the studied material by: 1) the amount of the ideas (LMEs chains); 2) the average length of ideas L ; 3) the proportion D of LMEs known to the pupil a priori, that is before training; 4) the average coefficient of assimilation a . All LMEs can be divided into two categories: 1) well-known to the pupil; the probability of the correct answer for them is $p_{i,j}=1$; 2) poorly-known to the pupil before the beginning of training, $p_{i,j}=0-0,1$. Fig. 1 shows the first, second, third and ninth information blocks; LMEs of the first category (which are well-known to the pupil before training) are bold-framed. Each LME is connected with other LMEs (coefficient c_{ij} of some links can be equal to 0), and also with LMEs A, B, C, D, E which don't enter into structure of these logical reasoning chains. These links with external LMEs lead to increase in the assimilation coefficient $a_{i,j}$ of the given LME; it can be taken into account, taking $a_{i,j}$ from some interval in a random way.

Let us represent the poorly acquired LMEs ($a_{i,j} < 0,33$) in dark blue color, well acquired LMEs ($a_{i,j} > 0,67$) – in red, and all other LMEs – in green color (fig. 2). While training the average value p for all LMEs grows, blue sections turn into green and green sections – into red. The more red and green sections in the line (information block), the higher

the probability that the pupil has acquired this information block and will manage to do the corresponding sequence of reasonings. The more ideas the pupil has acquired, the bigger the probability of reproduction of all training material.

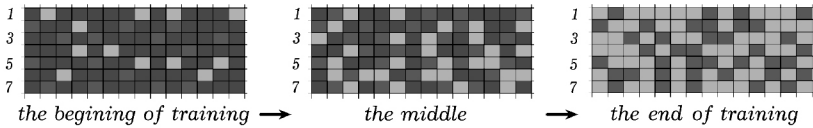


Fig. 2. Changes of the LMEs matrix while training

It is important that the knowledge of one LME leads to easier assimilation and remembering of an other related LMEs. While training probabilities p_{ij} and the link coefficients c_{ij} increase: the pupil reproduces all sequence of reasonings (all information block) easily. To consider the fact that some LMEs are well-known to the pupil before training, the matrix d_{ij} is created where elements with the given probability D are equal to 1, and with probability $(1-D)$ – to zero. Let us take that while training the pupil carry out the sequence of the same educational tasks, consistently reproducing the idea after the idea, LME after another LME. It is known that while studying any logically connected material, the knowledge of one LME helps the pupil to study or recollect knowledge of another related LME. When studying j -th LME from the i -th idea within time Δt , the probability of the correct pupil's answer to the corresponding elementary question according to the law:

$$p_{ij}^{k+1} = p_{ij}^k + \alpha(1 - p_{ij}^k)\Delta t + c_{i,j}(p_{i,j-1}^k + p_{i,j+1}^k + p_{i-1,j}^k + p_{i+1,j}^k)\Delta t.$$

Here c_{ij} is the coefficient of links allowing to note influence of other LMEs on assimilation of (i,j) – LME, k – the step number. For simplicity sake we consider all link coefficients identical and constant. The model considers that in the process of the knowledge level growing the pupil's operating time with (i,j) – LME decreases, aspiring to Δt . If at the given moment the pupil doesn't operate with (i,j) – LME, then owing to forgetting the knowledge of this LME within time Δt decreases according to the exponential law. The average value of probabilities p_{ij} for all LMEs in moment t is labeled as $p(t)$.

For an estimation of the pupil's knowledge and making the graph $Z(t)$ it is necessary to simulate the repeated periodic "testing" of the pupil at regular intervals. The pupil's knowledge of the i -th idea is determined as follows. The computer simulates the pupil's answer, in which he consecutively states the 1-st LME, the 2-nd LME ..., the L -th LME of the i -th chain (information block) during the given time.

The correct answer to the question corresponding the j -th LME from the i -th idea, is simulated as a casual process occurring to the probability $p_{i,j}$: the random variable x from the interval $[0,1]$ is generated and the condition $x < p_{ij}^k + a(1 - p_{ij}^k)\Delta t + c(p_{i,j-1}^k + p_{i,j+1}^k + p_{i-1,j}^k + p_{i+1,j}^k)$ is checked. If the condition is true, it is considered, that the pupil has answered correctly, and if it is false – not correctly. In case of the wrong answer the pupil tries to reproduce the (i,j) -LME again, and in the case of the correct – he passes to the next LME from the same idea. If all L LMEs of the i -th chain are done correctly within the answering time $\tau=1,3L\Delta t$, it is considered, that the schoolchild knows the i -th information block. The pupil's knowledge quantity $Z(t)$ is equal to the number of ideas (information blocks), which he can reproduce. At such "testing" the schoolchild's knowledge does not increase, the probabilities $p_{i,j}$ remain constant. For this modeling the program in Free Pascal is used.

Results of modeling and their discussion

Let us take that before training 10% of all LMEs are known to the pupil, that is $D=0,1$, their level of knowledge is $q=const$. The fig. 3 shows the results of modeling of assimilation and forgetting of the logically connected information in two cases: 1) there are no connections between LMEs (with $c=0$, $a=1,6$); 2) LMEs are connected with each other ($0 < c < 1$, $a=0,4$). From results of modeling it follows: 1) even with no connections between LMEs the training leads to smooth increasing of $p_{i,j}$, that causes sharp rise of understanding $Z(t)$ educational material; 2) presence of connections with constant link coefficient c raises the probability of reproduction of the learned material by the pupil; the graph $p(t)$ bends in the other way, the advance $Z(t)$ is greater; 3) after the termination of training the average level of mastering

of studied LMEs decreases according to an exponential law, but the knowledge level of the educational material at first practically does not decrease, then quickly reduces. If to take into account, that while training the connection coefficient c_{ij} grows, the transition from ignorance to knowledge is be sharper.

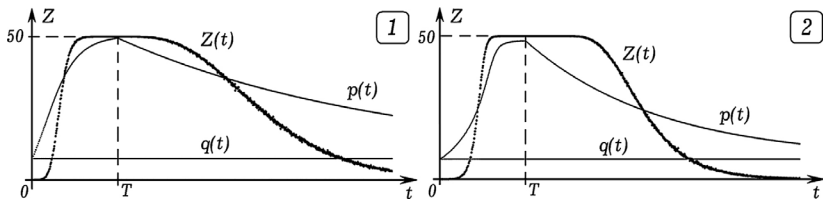


Fig. 3. The results of computer modeling of assimilation and forgetting

The sharp rise of understanding is caused by the fact that the training material consists of the ideas (or information blocks), each of which contains the L number of LMEs. To reproduce the concrete idea, the pupil has to acquire all LMEs entering it; to acquire all training material he should learn to reproduce all ideas. Joint studying of LMEs, included in the given information block, leads to sharp increase in probability of its reproduction. Increase in the link degree between various LMEs promotes their easier storing (memorizing) and reproduction.

Conclusion

The article shows the model of studying of the LMEs logically connected system that allows to explain: 1) the sharp rise of the understanding level of the studied problem happening in the course of training; 2) the lowering of the pupil's knowledge level in consequence of gradual forgetting of separate LMEs. Assimilation and forgetting of the logical connected information can be described by the logistic law: 1) assimilation: $dZ/dt = \alpha(I_0 - Z)Z$, where I_0 – the number of information blocks in educational material; 2) forgetting: $B = Z^0/100$, $x^0 = 100$, $dx/dt = -\gamma(100,5 - x)x$, $Z(t) = B \cdot x(t)$. Increase in the knowledge level of all LMEs takes to understanding of all information blocks; the forgetting of at least one LME causes the pupil's inability to solve the correspond-

ing problem. Some time after the end of training the knowledge level remains high, and then, in the process of forgetting separate LMEs, it sharply decreases, tending to zero. The received results can be used for imitating modeling of training at school and university.

References

1. Velichkovskij B.M. *Kognitivnaja nauka: Osnovy psihologii poznanija* [Cognitive science: bases of psychology of knowledge] V. 1. M.: Akademiya, 2006. 448 p.
2. Zinchenko T.P. *Pamjat' v jeksperimental'noj i kognitivnoj psihologii* [Memory in the experimental and cognitive psychology]. SPb.: Piter, 2002. 320 p.
3. Atkinson R. *Vvedenie v matematicheskiju teoriju obuchenija* [Introduction to mathematical theory of learning] / R. Atkinson, G. Baujer, Je. Kroters. M.: Mir, 1969. 486 p.
4. Bush R., Mosteller F. *Stohasticheskie modeli obuchaemosti* [Stochastic models of learning]. G.: Fizmatgiz, 1962. 484 p.
5. Gibson D., Jakl P. Data challenges of leveraging a simulation to assess learning. West Lake Village, CA. 2013. http://www.curveshift.com/images/Gibson_Jakl_data_challenges.pdf
6. Leont'ev L.P., Gohman O.G. *Problemy upravlenija uchebnym processom: matematicheskie modeli* [Problem of the educational process management: Mathematical models]. Riga, 1984. 239 p.
7. Roberts F.S. *Discrete Mathematical Models, with Applications to Social, Biological and Environmental Problems*. Prentice-Hall. 1976. 496 p.
8. Sviridov A.P. *Statisticheskaja teorija obuchenija* [Statistical theory of training]: monograph. M. Izd-vo RSGU, 2009. 570 p.
9. Hunt E. *The Mathematics of Behavior*. New York: Cambridge University Press, 2007. 346 p.
10. Mayer R.V. *Kiberneticheskaja pedagogika: Imitacionnoe modelirovanie processa obuchenija* [Cybernetic pedagogics: Imitating modeling of training process: Monograph]. Glazov, Glazov. gos. ped. in-t, 2014. 141 p.

11. Mayer R.V. Computer–Assisted Simulation Methods of Learning Process. *European Journal of Contemporary Education*. 2015. Vol. 13. Is. 3. pp. 198–212. DOI: 10.13187/ejced.2015.13.198
12. Mayer R.V. Research of the multicomponent pupil’s model on the computer. *Advanced Studies in Science*. London. Volume IV. 2015, pp. 81–95.
13. Mayer R.V. The solution of problems of mathematical learning theory using computer models. *Modern European researches*. 2015. № 3, pp. 113–125.

Список литературы

1. Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. Т. 1. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006. 448 с.
2. Зинченко Т.П. Память в экспериментальной и когнитивной психологии. СПб.: Питер, 2002. 320 с.
3. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения. М.: Мир, 1969. 486 с.
4. Буш Р., Мостеллер Ф. Стохастические модели обучаемости. Г.: Физматгиз, 1962. 484 с.
5. Gibson D., Jakl P. Data challenges of leveraging a simulation to assess learning. West Lake Village, CA. 2013. http://www.curveshift.com/images/Gibson_Jakl_data_challenges.pdf
6. Леонтьев Л.П., Гохман О.Г. Проблемы управления учебным процессом: математические модели. Рига, 1984. 239 с.
7. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 496 с.
8. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний. М.: Высшая школа, 1981. 262 с.
9. Hunt E. *The Mathematics of Behavior*. New York: Cambridge University Press, 2007. 346 p.
10. Майер Р.В. Кибернетический подход к исследованию процесса обучения // Практическая психология: Интенсивные методы и тех-

нологии в обучении и развитии личности: сб. науч. ст. Глазов: Глазовск. гос. пед. ин-т, 2013. С. 49–59.

11. Mayer R.V. Computer–Assisted Simulation Methods of Learning Process // *European Journal of Contemporary Education*. 2015. Vol. 13. Is. 3. pp. 198–212. DOI: 10.13187/ejced.2015.13.198
12. Mayer R.V. Research of the multicomponent pupil’s model on the computer // *Advanced Studies in Science*. London. Volume IV. 2015, pp. 81–95.
13. Mayer R.V. The solution of problems of mathematical learning theory using computer models // *Modern European researches*. 2015. № 3, pp. 113–125.

DATA ABOUT THE AUTHOR

Mayer Robert Valerievich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Physics and Didactics of Physics
Glazov Korolenko State Pedagogical Institute
25, Pervomayskya Str., Glazov, Udmurt Republic, 427621, Russian Federation ORCID: 0000-0001-8166-9299
robert_maier@mail.ru

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Майер Роберт Валерьевич, доктор педагогических наук, профессор кафедры физики и дидактики физики
Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко
ул. Первомайская, 25, г. Глазов, Удмуртская Республика, 427621, Российская Федерация
robert_maier@mail.ru

DOI: 10.12731/2227-930X-2017-2-74-97

УДК 378.046.4

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ НОВЫХ СТАНДАРТОВ

Шехмирзова А.М., Грибина Л.В., Тугуз Ф.А.

В условиях введения стандартов нового поколения, перед российскими образовательными организациями встали задачи, связанные с модернизацией системы повышения квалификации педагогических и руководящих работников.

Изучение состояния образовательной практики повышения квалификации педагогических и руководящих кадров к осуществлению инновационной деятельности в соответствии с требованиями новых стандартов, показало, что она не может гибко реагировать на изменения запросов современного социума и обеспечить высокое качество образования. Основные причины практических затруднений связаны с отсутствием целостной системы повышения квалификации педагогических и руководящих работников общего и профессионального образования к реализации требований стандартов нового поколения при условии координированного их коллективного взаимодействия.

Цель исследования – представление инновационной модели повышения квалификации педагогических кадров и руководящих работников системы общего и профессионального образования на территории Республики Адыгея, ориентированной на обеспечение их готовности к реализации требований новых стандартов с учетом Национальной системы учительского роста.

Метод или методология проведения работы: в статье представлен комплекс теоретических и эмпирических методов педагогического исследования.

Результаты: в контексте инновационной модели выявлены уровни готовности педагогических и руководящих работников системы общего и профессионального образования на территории Республики Адыгея к инновационной деятельности по реализации требований стандартов нового поколения с учетом Национальной системы учительского роста.

Область применения результатов: результаты проведенного исследования могут послужить основой управленческой стратегии образовательных организаций на территории Республики Адыгея при решении актуальных задач по реализации планируемых результатов обучения в соответствии с требованиями новых стандартов и повышения качества общего и профессионального образования.

Ключевые слова: стандарты общего и профессионального образования; готовность педагогических и руководящих кадров системы общего и профессионального образования; готовность к инновационной деятельности; инновационная модель повышения квалификации; планируемые образовательные результаты; кадровые и иные условия реализации требований стандартов нового поколения; качество общего и профессионального образования.

PROFESSIONAL DEVELOPMENT PEDAGOGICAL AND EXECUTIVES OF THE EDUCATION ORGANIZATIONS OF THE REPUBLIC OF ADYGEA TO IMPLEMENTATION OF NEW STANDARDS

Shekhmirzova A.M., Gribina L.V., Tuguz F.A.

In the context of introduction of standards of a new generation, before the Russian education organizations there were tasks connected with modernization of system of professional development pedagogical and executives.

Studying of a condition of education practice of professional development of the pedagogical and managerial personnel to imple-

mentation of innovative activities according to requirements of new standards, showed that it can't flexibly react to changes of requests of modern society and provide high quality of education. Basic reasons of practical difficulties are connected with lack of complete system of professional development of pedagogical and leading employees of the general and vocational education to implementation of requirements of standards of new generation on condition of their coordinate collective interaction.

The purpose of research – *presentation of an innovative model of training and retraining of teachers and executives of the educational system in Republic of Adygea, focused on ensuring their readiness for implementation of the requirements of the new standards taking into account the National System of Teacher Growth.*

Method or methodology of work: *in the article presents a set of theoretical and empirical methods of pedagogical research.*

Results: *in the context of the innovation model the levels of readiness of pedagogical and managerial staff of the system of general and professional education in the territory of the Republic of Adygea to innovative activities to implement the requirements of the new generation standards are revealed taking into account the National System of Teacher Growth.*

Practical implications: *The results of the study can form a basis to the managerial strategy of the general education organizations in Republic of Adygea in case of the solution of urgent tasks on implementation of the planned results of training according to requirements of new standards and improvement of quality of the general education.*

Keywords: *standards of the general and vocational education; readiness of the pedagogical and managerial personnel of system of the general and vocational education; readiness for innovation; innovative model of professional development; the planned educational results; personnel and other sales terms of requirements of standards of new generation; quality of the general and vocational education.*

Введение

Модернизационные процессы в системе повышения квалификации (ПК) педагогических и руководящих работников, обусловленные введением новых стандартов, поставили перед образовательными организациями (ОО) актуальные задачи разработки образовательных программ и определения технологий их реализации.

Изучение состояния образовательной практики ПК педагогических и руководящих кадров к осуществлению инновационной деятельности показало невозможность решения новых задач современного социума без гибкого реагирования социальными институтами образования различного уровня на изменения ее запросов. В ходе нашего исследования было выявлено, что ОО в своем большинстве сталкиваются с практическими затруднениями, связанными с отсутствием целостной системы ПК педагогических и руководящих работников общего и профессионального образования к реализации требований стандартов нового поколения. Все они обусловлены тенденциями современного образования и ситуацией на рынке труда, определяющие необходимость своевременного пополнения ими багажа знаний достижениями науки и практики, невозможного без систематического ПК. Именно поэтому, не только педагогические, но и руководящие работники ОО любого уровня, должны развивать и совершенствовать профессиональный и личностный потенциал. Необходимость этого нашло нормативное закрепление в образовательных и профессиональных стандартах (Профессиональном стандарте «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденном Приказом Минтруда России № 544н от 18.10.2013 (далее – ПС Педагог); проекта ПС «Руководитель образовательной организации»), в которых выделяются новые аспекты развития профессиональных компетенций педагогических и руководящих работников, в том числе, развитие управленческих и лидерских навыков, компетентности создания высокопроизводительной педагогической и исследовательской команды.

Обобщение уровня изученности сущности проблемы ПК руководящих и педагогических кадров, степени ее практической разработанности на федеральном, региональном, муниципальном и школьном уровнях, позволило заключить, что, несмотря на имеющийся определенный объем научных работ, значительные усилия руководящих и педагогических работников общего и профессионального образования, требуется качественное преобразование системы ПК и изменение подходов к реализации положений образовательного и профессионального стандартов с учетом Национальной системы учительского роста.

Осуществление инновационной деятельности по реализации новых стандартов требует качественных изменений в ОО как педагогической системы, проектирование которой предполагает модернизацию всех ее компонентов с учетом объективных потребностей и возможностей, обеспечивающие системные (а не фрагментарные) преобразования. Как показали авторские исследования последних годов, в большинстве российских ОО проводятся фрагментарные изменения под давлением вышестоящих управленческих органов образования, приводящие к имитированию инновационной деятельности. В них отсутствуют эффективные системы управления инновационной деятельностью по реализации новых стандартов.

Отсутствие целостной системы управления инновационной деятельностью педагогических и руководящих работников общего и профессионального образования, как на федеральном, так и на региональном уровнях, не ориентировано на обеспечение готовности ОО к реализации требований стандартов нового поколения.

Недостаточная разработанность в педагогической литературе и практическая потребность регионального образования в научно-обоснованном управлении инновационной деятельностью ОО как педагогической системы, ориентированной на обеспечение их готовности к реализации новых стандартов, определило актуальность проводимого исследования.

Цель исследования

Целью эмпирического исследования является верификация теоретически обоснованных положений по определению уровня готовности ОО в рамках разработанной инновационной модели целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников по реализации новых стандартов в условиях сетевого регионального объединения ОО.

Для достижения данной цели в ходе исследования на основе комплекса адекватных исследовательских методов были решены две задачи: 1) выявление уровня готовности ОО к осуществлению инновационной деятельности по реализации новых стандартов с учетом запросов современного времени; 2) апробация проекта готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов.

Результаты эмпирического исследования стали основой научно-обоснованной разработки инновационной модели целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников в условиях сетевого регионального объединения образовательных организаций на основе применения современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), обеспечивающих их готовность к качественному осуществлению профессиональной деятельности.

Материалы и методы исследования

Отдельные практические результаты проводимого исследования отражены в различных авторских публикациях последних лет [8; 9]. Представленные в данной работе материалы отражают промежуточные результаты относительно самостоятельного исследования проблемы ПК педагогических и руководящих кадров на территории РА с учетом современных тенденций управления системой российского образования. Описанный в статье региональный опыт проводимой в РА политики в сфере образования характеризует управленческую стратегию развивающейся целостной системы педагогических и руководящих работников об-

разования в условиях сетевого регионального объединения ОО с применением ИКТ и ресурсов сети Интернет.

Изложенные в статье промежуточные результаты исследования готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов проводилось в рамках разработки инновационной модели целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников системы регионального образования в условиях сетевого регионального объединения ОО, ориентированной на совершенствование системы управления их развитием. Переход ко второму этапу исследования, связанного с апробацией этой инновационной модели ПК целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников образования, позволяет сделать предварительное умозаключение об эффективности проводимой работы, результаты которой будут опубликованы в дальнейших авторских публикациях.

В соответствии с поставленной целью и исследовательскими задачами проводимой работы используется комплекс методов педагогического исследования: *теоретических* – анализ педагогической и научно-методической литературы по проблеме исследования, изучение и анализ нормативно-правовых актов и локальных документов по вопросам повышения квалификации и педагогических и руководящих работников системы общего и профессионального образования, анализ результатов мониторинговых исследований Лаборатории мониторинга и статистики образования АРИПК, теоретическое обобщение результатов на различных этапах исследования; *эмпирических* – изучение и обобщение педагогического опыта реализации требований новых стандартов, педагогическая беседа и наблюдение за деятельностью педагогов образовательных организаций РА в ходе различных федеральных и региональных конкурсов («Новой школе – новые учителя», «Учитель года»), прохождения курсов ПК по вопросам реализации ФГОС в соответствии с планом работы Министерства образования и науки РА, опросные методы с участием бакалавров и магистрантов АГУ, проектирование готовности ОО

к инновационной деятельности по реализации новых стандартов; моделирование (разработка инновационной модели целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников на территории РА); методы количественной и качественной обработки эмпирических данных.

Теоретическое обоснование проблемы ПК педагогических и руководящих работников довольно широко освещено в публикациях таких исследователей, управленцев, как Т.И. Шамова, К.А. Нефедова, Г.Н. Сериков, И.О. Котлерова, Н.А. Горчарова, А.И. Дарвинский, А.И. Пескунова, В.Н. Турчинка, А.К. Ellis, I.K. Hassard, J.H. Hassard, J.D. Wohnson, R.T. Johnson, F.E. Sayyida, G.K. Attaollah и др. Целесообразность и возможность применения программно-целевого принципа в управлении повышением квалификации педагогических работников обосновываются в работах С.Г. Молчанова, Д.Ф. Ильясова, В.П. Ворошиловой, В.А. Худякова, В.В. Давиденко и др. Исследование в области ПК педагогических и руководящих кадров представлено в трудах В.Г. Воронцовой, Н.М. Зверевой, Е.Г. Овчинниковой, М.М. Поташника, К.М. Ушакова и др. Различные подходы к ПК в условиях сетевого взаимодействия образовательных организаций исследованы в психолого-педагогических работах А.И. Адамского, А.Г. Заляловой, Д.А. Новикова, Д.В. Смирнова и др. Опыт управления системой ДПО представлен в работах Н.Г. Калашниковой, И.Р. Лазаренко, Л.А. Мокрецовоной, Т.И. Шамовой, В.Я. Синенко и др.

Как показал анализ педагогической и научно-методической литературы по проблеме исследования, изучение действующих моделей ПК, анализ нормативно-правовых и локальных документов по вопросам повышения квалификации и педагогических и руководящих работников системы общего и профессионального образования, анализ результатов мониторинговых исследований Лаборатории мониторинга и статистики образования АРИПК, в большинстве российских учреждений (организаций) дополнительного профессионального образования (ДПО) реализуется традиционная модель ПК с присущими ей методами и нейропсихологиче-

скими механизмами обучения, мало способствующими формированию профессиональных компетенций в соответствии с потребностями современного общества и требованиями нормативно-правовых актов в сфере общего и профессионального образования.

В условиях введения новых стандартов в системе общего и профессионального образования возрастает необходимость усиления практической направленности образовательного процесса в организациях общего и профессионального образования, внесение изменений в технологию и механизмы его реализации [1; 2; 5; 7]. Практико-ориентированная подготовка работников образования и будущих педагогов имеет целью формирование их готовности к осуществлению инновационной деятельности по реализации новых стандартов, развитие их способности к самостоятельному профессиональному росту с учетом запросов современного времени в условиях конкретной ОО. Общность проблем реализации практико-ориентированного подхода в организациях общего и профессионального образования предполагает установление между ними тесного взаимосотрудничества. Функционирование партнерских взаимоотношений между школой, вузом и ДПО с использованием сетевой формы позволяет перейти на качественно новый уровень [10; 11; 12; 13; 14; 15].

Проведенный анализ педагогического опыта, практики работы общеобразовательных школ, статистических данных Лаборатории мониторинга и диагностики АРИПК, результатов входного и выходного анкетирования учителей-практиков, молодых педагогов, руководителей ОО, принимающих участие с 2013 года в реализации ФГОС, показал невысокий уровень готовности педагогических и руководящих кадров к осуществлению инновационной деятельности, к реализации требований новых стандартов. Несмотря на массовое ПК педагогических кадров и руководящих работников общего образования в рамках перехода общеобразовательных школ на новые ФГОС, существенной модернизации самой образовательной системы не произошло. Очевидно, что для модернизации образовательной практики требуются существенные изменения в самих ОО как педагогической системы. Исходя из этого,

исходными теоретическими представлениями, нашедшими практическое обоснование в результате эмпирического исследования, стало положение о том, что уровень готовности ОО к инновационной деятельности зависит от того, насколько адекватно понимаются руководящими и педагогическими работниками требуемые для эффективной реализации новых стандартов изменения в системе управления модернизационными процессами. Они призваны стать основой для перехода ОО на новое качество образования.

Для этого, мы предположили, что инновационная деятельность будет осуществляться качественно педагогическими и руководящими работниками, если обеспечивается модернизация всех компонентов педагогической системы с учетом объективных потребностей и возможностей. Качество инновационной деятельности при реализации новых стандартов становится тем выше, чем более адекватны объективным потребностям и возможностям внесённые преобразования в различные компоненты педагогической системы ОО: в образовательные цели и способы их оценивания, в содержании образовательных программ, в применяемые образовательные технологии, в информационно-образовательную среду (ИОС). То есть, качество инновационной деятельности по реализации новых стандартов зависит от того, как ОО оценивают необходимость внедряемых изменений путем сопоставления с потребностями и возможностями своего развития, как выявляют возникающие при этом затруднения и как оценивают используемые способы их преодоления.

Реализация этой инновационной деятельности по введению новых стандартов предполагает решение следующих педагогических задач: 1) выявление актуальных потребностей преобразований в ОО как педагогической системы; 2) определение имеющихся возможностей для требуемых преобразований; 3) планирование модернизации всех компонентов педагогической системы с учетом объективных потребностей и возможностей. При этом, эффективность решения этих задач и качество инновационной деятельности по реализации новых стандартов обуславливается уровнем готовности ОО к соответствующим действиям.

В нашем исследовании готовность ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов определяется в виде интегративной характеристики ее состояния как педагогической системы с составляющими компонентами (целевой, содержательный, процедурный, организационно-управленческий). Все компоненты предполагают готовность ОО к модернизации структурных составляющих образовательного процесса ПК педагогических и руководящих работников сферы образования: образовательные цели и способы их оценивания, содержание образовательных программ, применяемые образовательные технологии, ИОС (рис. 1). Отсюда компонентами готовности ОО как интегративной характеристики выступают:

- готовность к модернизации целевого компонента, предполагающего приведение образовательных целей в соответствие с имеющимися потребностями и возможностями ОО;
- готовность к модернизации содержательного компонента, связанного с обновлением содержания образовательных программ курсов ПК;
- готовность к модернизации процедурного компонента, предусматривающего усовершенствование способов оценивания образовательных целей и применяемых образовательных технологий.
- готовность к модернизации организационно-управленческого компонента, определяющего создание благоприятной ИОС.

Используемые в нашем исследовании интегративные характеристики выделены согласно рекомендациям Ю.С. Тюнникова по проектированию интегративных педагогических процессов. При выборе блочного построения проектируемого процесса готовности ОО к инновационной деятельности нами было принято во внимание продуктивность такого представления, предложенного А.А.Кирсановым и Ж.А.Зайцевой по моделированию процесса обучения.

Выделенные нами компоненты педагогической системы (целевой, содержательный, процедурный, организационно-управленческий) вошли в состав трех блоков: ориентировочного, организационного, технологического.

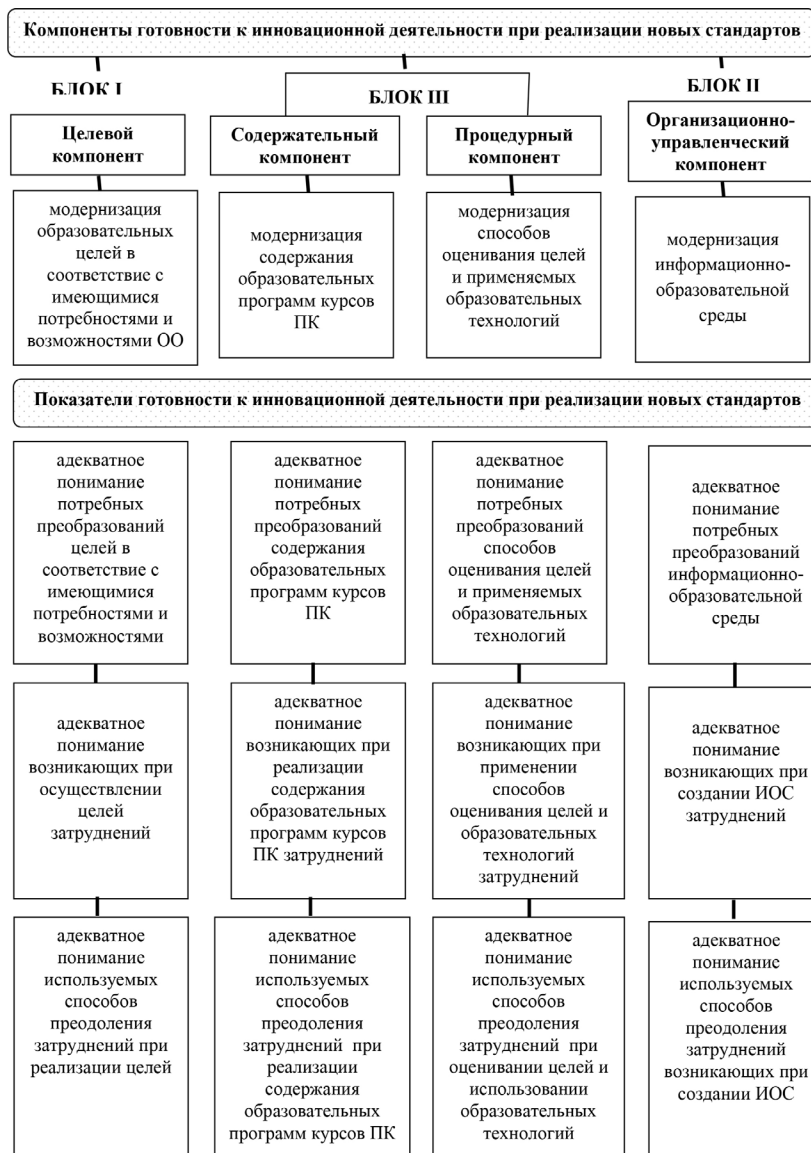


Рис. 1. Модель готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов

I. Ориентировочный блок составляет *целевой компонент*, отражающий педагогическую направленность, общий замысел, сопряженность целей по выделенным показателям и функциональную значимость готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов для достижения конкретных результатов.

II. Организационный блок составляет *организационно-управленческий компонент*, предполагающий создание программы готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов, координацию и кооперацию педагогических и руководящих работников с органами управления и другими ОО, использование ИКТ.

III. Технологический блок составляют *содержательный и процедурный компоненты*. *Содержательный компонент* дает представление об особенностях оценки готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов на основе выделенных показателей, его логико-содержательной основе, элементах, уровнях и масштабах. *Процедурные характеристики* дают возможность представить совокупность способов, средств, приемов и форм организации процедуры оценки готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов.

Показателями готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов и модернизации ее составных компонентов выступают:

- адекватное понимание внесенных изменений в каждый из составляющих компонентов педагогической системы в соответствии с ее объективными потребностями и возможностями;
- адекватное понимание возникающих затруднений при качественном внедрении преобразований;
- адекватное понимание используемых способов их преодоления.

Оценивание готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов основывалось на разработанном инструментарии (с показателями, критериями, шкалами), став-

шим эффективным средством сравнительного анализа для определения их различий.

Данные суждения стали основой нашей гипотезы о том, что научно-обоснованное проектирование готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов, определяемое в виде интегративной характеристики ее состояния как педагогической системы с составляющими компонентами (целевой, содержательный, процедурный, организационно-управленческий) и с показателями оценивания по составленному инструментарию, в рамках разработанной инновационной модели целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников в форме сетевого регионального объединения ОО, служит эффективным средством сравнительного анализа для определения их различий.

Данная гипотеза нашла практическое обоснование в ходе эмпирического исследования готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов, результаты которого стали основой для научной разработки инновационной модели целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников системы регионального образования, ориентированной на совершенствование системы управления их развитием (рис. 2).

На констатирующем этапе опытно-экспериментальной работы исходный уровень готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов определялся на основе данных анкетного опроса педагогических и руководящих кадров, работников органа управления образованием. Формирование вопросов анкеты основывалось на инструментарии оценки готовности ОО к инновационной деятельности.

Оценка готовности к модернизации целевого, содержательно-процедурного, организационно-управленческого компонентов педагогической системы осуществлялась по соответствующим показателям на основе суждений респондентов. В качестве дополнительной информации использовались данные опросных методов, полученные с участием бакалавров и магистрантов АГУ,

педагогической беседы и наблюдения за деятельностью педагогов ОО РА в ходе различных федеральных и региональных конкурсов («Новой школе – новые учителя», «Учитель года»), прохождения курсов ПК по вопросам реализации ФГОС в соответствии с планом работы Министерства образования и науки РА [3; 6].

Не останавливаясь на основных результатах эмпирического исследования, описанных в нижеследующем разделе статьи, здесь кратко представим основанные на этих данных отдельные исследовательские материалы, на основе которых разрабатывалась инновационная модель целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников образования.

При разработке инновационной модели были учтены трудности практики обучения в реализации требований новых стандартов в соответствии с запросами современного общества, выявленные на основе комплекса эмпирических методов (педагогическая беседа, наблюдение за деятельностью педагогических и руководящих работников ОО РА, опросные методы). Значимость разработанной авторами инновационной модели, предусматривающей создание ИОС с применением ресурсов сетевого объединения ОО, возрастает в условиях происходящих изменений в российской системе общего и профессионального образования с учетом Национальной системы учительского роста (НСУР)[4; 12]. Безусловно, что использование ресурсов сетевого объединения ОО содержит мощные механизмы для реализации целевых установок образовательных и профессиональных стандартов в контексте социализации всех участников образовательного процесса. Комплексный подход к моделированию процесса ПК в форме сетевого объединения ОО делает возможным создание целостной региональной системы управления ПК педагогических и руководящих работников в соответствии с вызовами современного времени и НСУР, разрешающей трудности сопряжения документов в сфере педагогического образования путем установления дифференциации уровней владения профессиональными компетенциями с учётом сложности их овладением.

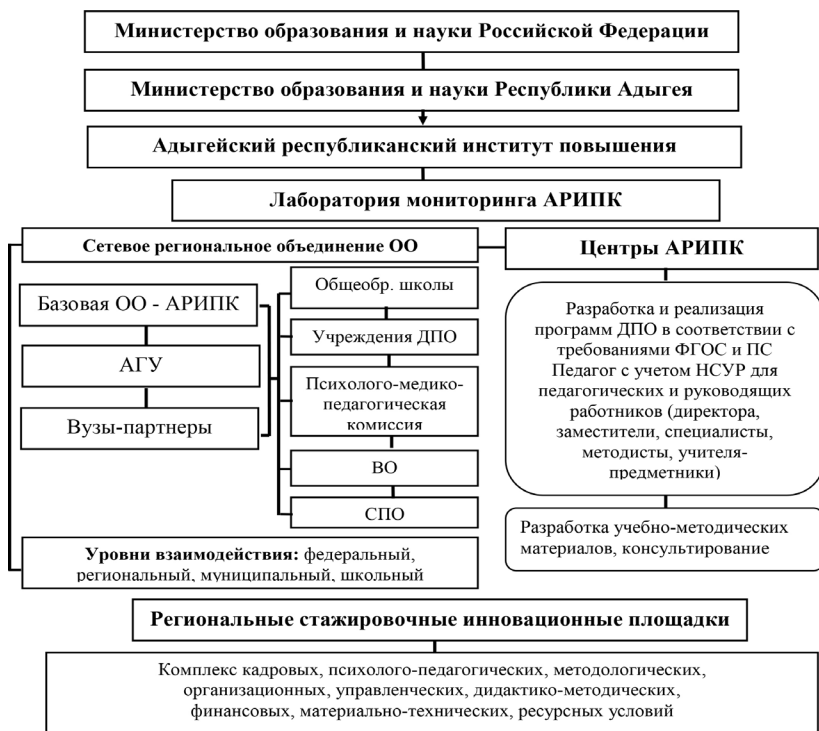


Рис. 2. Инновационная модель целостной системы управления повышением квалификации педагогических и руководящих работников в условиях сетевого регионального объединения образовательных организаций

На необходимость наличия в каждом регионе РФ качественно работающих институтов ПК педагогов обратила внимание глава Минобрнауки РФ О. Васильева на прошедшей в Сочи в начале текущего года межрегиональной конференции «Развитие единой системы оценки качества образования: опыт и перспективы» [4].

Результаты исследования и их обсуждение

С учетом незавершенности проводимой реформации в сфере российского образования (введение ПС Педагога, наряду с реализацией ФГОС, и становление НСУР) и продолжающейся работы

авторов, в статье представлены промежуточные результаты исследования, определяющие формирование управленческой стратегии опережающей модернизации общего и профессионального образования на территории РА.

В ходе эмпирического исследования выявлены статистически значимые различия уровня готовности педагогических и руководящих работников к инновационной деятельности, обусловленные различиями в готовности ОО к модернизации системы управления различными аспектами педагогической системы (по показателям готовности к обновлению ее компонентов). Определение уровня готовности ОО к инновационной деятельности по различным показателям осуществлялось по разработанному инструментарию на основе суммирования баллов по соответствующим показателям. Общий балл готовности ОО к инновационной деятельности рассчитывался по интегральной шкале.

Определение различий между ОО в готовности к инновационной деятельности по реализации новых стандартов проводилось по статистическому критерию Краскала-Уоллиса. Полученные статистические данные позволили выделить группы ОО с различным уровнем готовности к инновационной деятельности (высокий – 10%; средний – 40%; низкий – 52%) на основе результатов соответствующих компонентов.

Выявление основных причин практических затруднений ОО к реализации инновационной деятельности по введению новых стандартов позволило выделить статистически значимо различающиеся уровни по каждому из параметров. На основе критерия χ^2 Пирсона и H-критерия Краскала-Уоллиса проводилась оценка значимости различий по выделенным группам ОО с разными уровнями готовности, показавшая надежность различий по соответствующим параметрам.

В результате эмпирического исследования была установлена связь готовности ОО к инновационной деятельности по реализации новых стандартов с интенсивностью преобразований по целевому, содержательному, процедурному, организационно-

управленческому компонентам педагогической системы, обусловившая необходимость разработки целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников в условиях сетевого регионального объединения ОО.

Заключение

В заключении отметим, что полученные результаты эмпирического исследования подтвердили справедливость выдвинутой гипотезы о зависимости уровня готовности ОО к инновационной деятельности от адекватного понимания руководящими и педагогическими работниками требуемых для эффективной реализации новых стандартов преобразований в различных компонентах педагогической системы и осознания возникающих практических затруднений из-за отсутствия целостной системы управления ПК. Результаты эмпирического этапа исследования призваны стать основой для перехода системы общего и профессионального образования РА на качественно новый уровень. Для этого разработана авторская инновационная модель целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников в форме сетевого регионального объединения ОО РА с применением современных ИКТ и сети Интернет.

Развитие целостной системы управления ПК педагогических и руководящих работников образования в РА способствует повышению уровня их готовности к реализации требований стандартов нового поколения с учетом становящейся НСУР. Инновационная модель соответствует проводимой в стране единой государственной политике в области общего и профессионального образования, зафиксированной в ФЗ «Об образовании в РФ». В контексте этого значимого нормативно-правового акта, именно с эффективностью систем регионального образования связываются успехи в социально-экономической, политической, международной областях. Отсюда Федеральная и региональная программы образования до 2020 года являются организационно-управленческой основой государственной политики в области общего и профессионального образования в РА.

Представленные в статье промежуточные результаты исследования не исчерпывают решение поставленной проблемы и служат основой управленческой стратегии ОО на территории РА при решении актуальных управленческих задач в образовательной сфере в контексте НСУР и формирования инновационной инфраструктуры в сфере образования при Минобрнауки РА.

Список литературы

1. Шехмирзова А.М. О необходимости проектирования новой педагогической системы и реализации педагогической технологии в соответствии с компетентностным подходом // Современное образовательное пространство: пути модернизации: материалы II международной заочной научно-практической конференции. 5 декабря 2011/ Научный редактор М.В. Волкова. Чебоксары: НИИ педагогики и психологии, 2011. 222 с. С. 214–218.
2. Шехмирзова А.М., Пшизова А.Р. Методологические проблемы вузовской практики формирования универсальных компетенций (на примере педагогических и экономических направлений подготовки) // В мире научных открытий. № 11.4 (71), 2015. С. 1498–1508.
3. Аверин С.П. Социально-педагогический мониторинг как условие совершенствования деятельности ИПК РО по повышению квалификации работников образования в регионе. Красноярск: ИПК РО, 2001. 154 с.
4. Информационное Агентство России «ТАСС» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <http://tass.ru/opinions/interviews/3615515> (дата обращения: 02.12.2016).
5. Перечень поручений по итогам заседания Государственного совета по вопросам совершенствования системы общего образования от 23.12. 2015 г. – [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/state-council/51143> (дата обращения: 03.02.2017).
6. ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» [Электронный ресурс] / М-во образования и науки РФ. Режим доступа: <http://www.instrao.ru>

7. Denise Vaillant Teacher training in Latin America. Models and tendencies conference «Priorities-Priorities-Prioridades». November 15 to 17, 2000. Paris. 20 p. URL: <http://www.denisevaillant.com/articulos/2000/priorities2000ENG.pdf>
8. Ellis A.K. Research on Educational Innovations / A.K. Ellis, J.T. Fouts. N.Y.: Eye On Education: Princeton Junction, 1993, pp. 189–202.
9. Hassard I. Creating Cooperative Learning Environments. Menlo Park, California, 1987. 92 p.
10. Hassard J. Creating Cooperative Learning Environment. Menlo Park, California, 1997. 126 p.
11. Johnson D.W., Johnson R.T. Learning together and alone: Cooperation, competition and individualization. Englewood Cliffs (N.3.), 1980.
12. Sayyida F.E., Attaollah G.K. Comparative Study of Information and Communication Technology Development Strategies in Primary Education of America, Australia and Iran. // International Journal of Basic Sciences & Applied Research. Vol., 4 (1), 1-5, 2015 URL: <http://www.isicenter.org/fulltext/paper-353.pdf>
13. Министерство образования и науки Республики Адыгея [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <http://adygheya.minnobr.ru/node/1026>. (дата обращения: 02.12.2016).
14. План-график мероприятий по повышению квалификации работников системы образования Республики Адыгея на 2017 год / Минобрнауки РА ГБУ ДПО РА «АРИПК». Майкоп: АРИПК, 2016. 28 с.
15. Министерство образования и науки Российской Федерации. Сопровождение министра образования и науки РФ О.Ю. Васильевой с ректорами педагогических вузов [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/новости/8951> (дата обращения: 15.11.2016).

References

1. Shekhmirzova A.M. *O neobkhodimosti proektirovaniya novoy pedagogicheskoy sistemy i realizatsii pedagogicheskoy tekhnologii v sootvetstvii s kompetentnostnym podkhodom* [On the need to design a new pedagogical system and implement pedagogical technology in accor-

- dance with the competence approach]. *Sovremennoe obrazovatel'noe prostranstvo: puti modernizatsii: materialy II mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 5 dekabrya 2011* [Modern Educational Space: Ways of Modernization: Materials of the II International Correspondence Scientific and Practical Conference. December 5, 2011] / Scientific Editor M.V. Volkova. Cheboksary: SRI of Pedagogy and Psychology, 2011. 222 p., pp. 214–218.
2. Shekhmirzova A.M., Pshizova A.R. *Metodologicheskie problemy vuzovskoy praktiki formirovaniya universal'nykh kompetentsiy (na primere pedagogicheskikh i ekonomicheskikh napravleniy podgotovki)* [Methodological problems of the university practice of forming universal competencies (on the example of pedagogical and economic areas of training)]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries]. No. 11.4 (71), 2015, pp. 1498–1508.
 3. Averin S.P. *Social'no-pedagogicheskij monitoring kak uslovie sovershenstvovaniya dejatel'nosti IPK RO po povysheniju kvalifikatsii rabotnikov obrazovaniya v regione* [Socio-pedagogical monitoring as a condition for improving the activities of the PKI RO on improving the skills of educators in the region]. Krasnoyarsk: IPK RO, 2001. 154 p.
 4. *Informacionnoe Agentstvo Rossii «TASS»* [The Russian Information Agency “TASS”]. <http://tass.ru/opinions/interviews/3615515>
 5. *Perechen' poruchenij po itogam zasedaniya Gosudarstvennogo soveta po voprosam sovershenstvovaniya sistemy obshhego obrazovaniya ot 23.12. 2015 g.* [List of instructions on the results of the meeting of the State Council on improving the general education system from 23.12. 2015]. <http://www.kremlin.ru/events/state-council/51143>
 6. *FGBNU «Institut strategii razvitija obrazovaniya Rossijskoj akademii obrazovaniya»* [Institute for the Development Strategy of Education of the Russian Academy of Education]. <http://www.instrao.ru>
 7. *Denise Vaillant Teacher training in Latin America. Models and tendencies conference «Priorities-Priorities-Prioridades»* [Denise Vaillant Teacher training in Latin America. Models and tendencies conference “Priorities-Priorities-Prioridades”]. November 15 to 17, 2000 Paris. 20 p. <http://www.denisevaillant.com/articulos/2000/priorities2000ENG.pdf>

8. Ellis A.K. Research on Educational Innovations / A.K. Ellis, J.T. Fouts. N.Y: Eye On Education: Princeton Junction, 1993, pp. 189–202.
9. Hassard I. Creating Cooperative Learning Environments. Menlo Raghk. California, 1987. 92 p.
10. Hassard J. Creating Cooperative Learning Environment. Menlo Park, California, 1997. 126 p.
11. Johnson D.W., Johnson R.T. Learning together and alone: Cooperation, competition and individualization. Englewood Cliffs (N.3.), 1980.
12. Sayyida F.E., Attaollah G.K. Comparative Study of Information and Communication Technology Development Strategies in Primary Education of America, Australia and Iran. *International Journal of Basic Sciences & Applied Research*. Vol., 4 (1), 1-5, 2015. <http://www.isi-center.org/fulltext/paper-353.pdf>
13. *Ministerstvo obrazovanija i nauki Respubliki Adygeja* [Ministry of Education and Science of the Republic of Adygea]. <http://adygheya.minobr.ru/node/1026>
14. *Plan-grafik meroprijatij po povysheniju kvalifikacii rabotnikov sistemy obrazovanija Respubliki Adygeja na 2017 god* [Schedule of activities for the improvement of professional skills of the employees of the educational system of the Republic of Adygea for 2017] / Ministry of Education and Science of the Republic of Armenia, ARPK. Maykop: ARIPK, 2016. 28 p.
15. *Ministerstvo obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii. Soveshhanie ministra obrazovanija i nauki RF O.Ju. Vasil'evoj s rektorami pedagogicheskikh vuzov* [Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Meeting of the Minister of Education and Science of the Russian Federation O.Yu. Vasilieva with rectors of pedagogical universities]. <http://минобрнауки.рф/новости/8951>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Шехмирзова Анджела Мухарбиевна, доцент кафедры общей педагогики, кандидат педагогических наук, доцент; преподаватель Центра развития педагогического и психологического образования АРИПК; член Республиканского экспертного совета по вопросам формирования и функционирования ин-

новационной инфраструктуры в сфере образования при Министерстве образования и науки Республики Адыгея
Адыгейский государственный университет; Адыгейский республиканский институт повышения квалификации
ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Российская Федерация; ул. Ленина, 15, г. Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Российская Федерация
andsheh@mail.ru

Грибина Людмила Владиславна, доцент кафедры русского языка и методики преподавания факультета педагогики и психологии, кандидат педагогических наук, доцент
Адыгейский государственный университет
ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Российская Федерация

Тугуз Фатима Анзауровна, доцент кафедры философии, социологии и педагогики
Майкопский государственный технологический университет
ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Shekhmirzova Andzhela Muharbievna, Assistant Professor Department Of General Pedagogy, Ph.D., Assistant Professor
Adyghe State University; Adyghe Republican Institute of Advanced Studies
208, Pervomaiskaya Str., Maikop, Adyghe Republic, 385000, Russian Federation; 15, Lenin Str., Maikop, Adyghe Republic, 385000, Russian Federation
andsheh@mail.ru
SPIN-code: 2128-2638
ORCID: 0000-0002-4395-8337
ResearcherID: M-6139-2017

Gribina Lyudmila Vladislavna, Assistant Professor Department of General Pedagogy, Ph.D., Assistant Professor
Adyghe State University
208, Pervomaiskaya Str., Maikop, Adygea Republic, 385000, Russian Federation

Tuguz Fatima Anzaurovna, Assistant Professor Department of Philosophy, Sociology and Pedagogy, Ph.D.
Maikop State Technological University
191, Pervomaiskaya Str., 191, Maikop, Adygea Republic, 385000 Russian Federation

AUTHOR GUIDELINES

<http://ijournal-as.com/en/>

Volume of the manuscript: 7-24 pages A4 format, including tables, figures, references; for post-graduates pursuing degrees of candidate and doctor of sciences – 7-10.

Margins all margins – 20 mm each

Main text font Times New Roman

Main text size 14 pt

Line spacing 1.5 interval

First line indent 1,25 cm

Text align justify

Automatic hyphenation turned on

Page numbering turned off

Formulas in formula processor MS Equation 3.0

Figures in the text

References to a formula (1)

Article structure requirements

TITLE (in English)

Author(s): surname and initials (in English)

Abstract (in English)

Keywords: separated with semicolon (in English)

Text of the article (in English)

1. Introduction.

2. Objective.

3. Materials and methods.

4. Results of the research and Discussion.

5. Conclusion.

6. Conflict of interest information.

7. Sponsorship information.

8. Acknowledgments.

References

References text type should be Chicago Manual of Style

DATA ABOUT THE AUTHORS

Surname, first name (and patronymic) in full, job title, academic degree, academic title

Full name of the organization – place of employment (or study) without compound parts of the organizations' names, full registered address of the organization in the following sequence: street, building, city, postcode, country

E-mail address

SPIN-code in SCIENCE INDEX:

ORCID:

ResearcherID:

Scopus Author ID:

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

<http://ijournal-as.com/>

Объем статей: 7-12 страницы формата А4, включая таблицы, иллюстрации, список литературы; для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук – 7-9. Рукописи большого объема принимаются по специальному решению Редколлегии.

Поля все поля – по 20 мм.

Шрифт основного текста Times New Roman

Размер шрифта основного текста 14 пт

Межстрочный интервал полуторный

Отступ первой строки абзаца 1,25 см

Выравнивание текста по ширине

Автоматическая расстановка переносов включена

Нумерация страниц не ведется

Формулы в редакторе формул MS Equation 3.0

Рисунки по тексту

Ссылки на формулу (1)

Обязательная структура статьи

УДК

ЗАГЛАВИЕ (на русском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на русском языке)

Аннотация (на русском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой (на русском языке)

ЗАГЛАВИЕ (на английском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на английском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

1. Введение.
2. Цель работы.
3. Материалы и методы исследования.
4. Результаты исследования и их обсуждение.
5. Заключение.
6. Информация о конфликте интересов.
7. Информация о спонсорстве.
8. Благодарности.

Список литературы

Библиографический список по ГОСТ Р 7.05-2008

References

Библиографическое описание согласно требованиям журнала

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна (на русском языке)

Электронный адрес

SPIN-код в SCIENCE INDEX:

DATA ABOUT THE AUTHORS

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: дом, улица, город, индекс, страна (на английском языке)

Электронный адрес

Доступ к журналу

Доступ ко всем номерам журнала –
постоянный, свободный и бесплатный.
Каждый номер содержится в едином файле PDF.

Open Access Policy

All issues of the ‘International Journal
of Advanced Studies’ are always open and free access.
Each entire issue is downloadable as a single PDF file.

<http://ijournal-as.com/>

Подписано в печать 30.06.2017. Дата выхода в свет 28.07.2017.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 7,3. Тираж 999 экз. Свободная цена.
Заказ 001/017. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
«Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии:
ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.