НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ 16+ ИЗДАЕТСЯ С 1986 ГОДА

ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

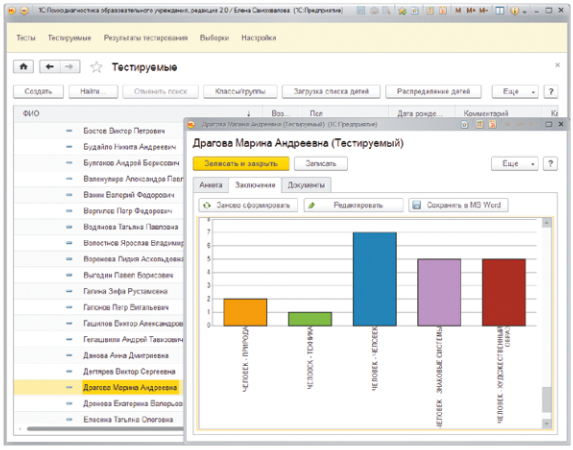
№ 1'2020

ISSN 0234-0453 www.infojournal.ru

1С:ПСИХОДИАГНОСТИКА

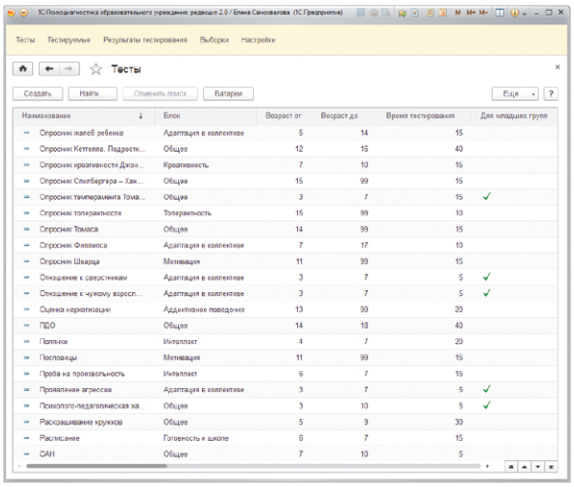
Программно-методические комплексы линейки «1С:Психодиагностика» представляют собой инструментарий для проведения компьютерной психодиагностики детей и подростков, для сбора и консолидации результатов тестирования. Программы разработаны при поддержке группы ведущих психологов МГУ им. М.В. Ломоносова под общим руководством доктора психологических наук, профессора А.Н. Гусева. Программы линейки «1С:Психодиагностика»

- одобрены ФГАУ «Федеральный институт развития образования» в качестве программного обеспечения для использования психологами образовательных учреждений;
- включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.



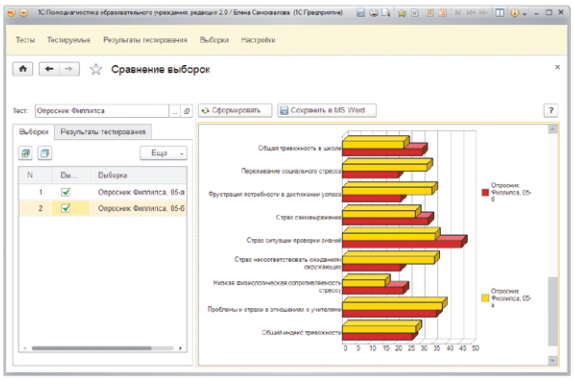
Функциональные возможности

- Хранение информации о тестируемых, их родителях, учителях в единой базе данных.
- Хранение результатов тестирования.
- Ведение истории работы психолога с тестируемым.
- Удаленное и массовое тестирование при помощи проекторов. Поддерживаются батареи тестов.
- Ввод и обработка данных с бумажных бланков, сформированных в программе.
- Сравнение результатов тестирования отдельных тестируемых.
- Автоматический расчет результатов тестирования.
- Формирование выборок результатов тестирования: по классам (группам), полу, возрасту и т.д.



Блоки методик

- Профориентация.
- Индивидуально-психологические особенности:
  - Оценка уровня тревожности,
  - Оценка уровня агрессии,
  - Исследование самооценки,
  - Исследование темперамента,
  - Исследование креативности,
  - Оценка познавательной сферы
  - Оценка ценностных ориентаций.
- Адаптация в коллективе.
- Детско-родительские отношения.
- Готовность к школе.



Преимущества использования

- Улучшение качества психологического сопровождения воспитательного процесса.
- Повышение производительности труда психологов.
- Соблюдение конфиденциальности психологической информации.
- Оценивание динамики психического развития детей.
- Формирование отчетов о проделанной работе.
- Снижение вероятности ошибок в результатах расчета психодиагностического исследования.
- Автоматизация процесса написания заключений.

ФИРМА "1С"

Фирма «1С»
123056, Москва, а/я 64, ул. Селезневская, 21
Тел.: (495) 737-92-57
E-mail: cko@1c.ru
www.solutions.1c.ru, www.obr.1c.ru

ООО «Информационные системы в образовании»
(Группа компаний «Персонал Софт»)
129085, Москва, пр-т Мира, д. 101
Тел.: (495) 380-24-67, (906) 035-35-48
E-mail: info@iso-soft.ru; www.iso-soft.ru, www.personal-soft.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич
чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, Институт цифрового образования Московского городского педагогического университета, зав. кафедрой информатики и прикладной математики

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
БОЛОТОВ Виктор Александрович
академик РАО, доктор пед. наук, профессор, Центр мониторинга качества образования Института образования НИУ «Высшая школа экономики», научный руководитель
ВАСИЛЬЕВ Владимир Николаевич
чл.-корр. РАН, чл.-корр. РАО, доктор тех. наук, профессор, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ректор
ГРИНШКУН Вадим Валерьевич
доктор пед. наук, профессор, Институт цифрового образования Московского городского педагогического университета, зав. кафедрой информатизации образования
КУЗНЕЦОВ Александр Андреевич
академик РАО, доктор пед. наук, профессор
ЛАПЧИК Михаил Павлович
академик РАО, доктор пед. наук, профессор, Омский государственный педагогический университет, зав. кафедрой информатики и методики обучения информатике
НОВИКОВ Дмитрий Александрович
чл.-корр. РАН, доктор тех. наук, профессор, Институт проблем управления РАН, директор
СЕМЕНОВ Алексей Львович
академик РАН, академик РАО, доктор физ.-мат. наук, профессор, Институт кибернетики и образовательной информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, директор
СМОЛЯНИНОВА Ольга Георгиевна
академик РАО, доктор пед. наук, профессор, Институт педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, директор
ХЕННЕР Евгений Карлович
чл.-корр. РАО, доктор физ.-мат. наук, профессор, Пермский государственный национальный исследовательский университет, зав. кафедрой информационных технологий
БОНК Кёртис Джей
Ph.D., Педагогическая школа Индианского университета в Блумингтоне (США), профессор
ДАГЕНЕ Валентина Антановна
доктор наук, Факультет математики и информатики Вильнюсского университета (Литва), профессор
СЕНДОВА Евгения
Ph.D., Институт математики и информатики Болгарской академии наук (София, Болгария), доцент, ст. научный сотрудник
СЕРГЕЕВ Ярослав Дмитриевич
доктор физ.-мат. наук, профессор, Университет Калабрии (Козенца, Италия), профессор
ФОМИН Сергей Анатольевич
Ph.D., Университет штата Калифорния в Чико (США), профессор
ФОРКОШ БАРУХ Алона
Ph.D., Педагогический колледж им. Левински (Тель-Авив, Израиль), ст. преподаватель

Научно-методический журнал

ИНФОРМАТИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

ИЗДАЕТСЯ С АВГУСТА 1986 ГОДА

№ 1 (310) февраль 2020

Учредители:
- Российская академия образования
- Издательство «Образование и Информатика»

Содержание

От редакции 4

КОНКУРС ИНФО-2019

Итоги XVI Всероссийского конкурса научно-практических работ ИНФО-2019 5

Родионов М. А., Акимова И. В. Формирование финансовой грамотности при подготовке учителя информатики на основе использования системы «1С:Предприятие» 11

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Карманова Е. В., Шелеметьева В. А. Тяжелая и легкая геймификация при обучении: что выбрать? 20

Амелина Ю. В., Амелин Р. В. Перспективы использования современных технологий для повышения вовлеченности обучающихся 28

ИКТ В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Бровка Н. В. Дидактические особенности организации компьютерных средств обучения студентов математических специальностей 34

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю. Влияние использования элементов персональной образовательной среды на успеваемость студентов и их мотивацию к обучению 42

Алябышева Ю. А., Антонов А. Ю., Веряев А. А. Цифровизация тезаурусного подхода в образовании 51

Pei P., Petrenko Yu. N. Mobile robot automatic navigation control algorithm based on fuzzy neural network in industrial Internet of things environment 59

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

EDITOR-IN-CHIEF
Sergey G. GRIGORIEV, Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Institute of Digital Education, Moscow City University (Moscow, Russia)

EDITORIAL BOARD
Victor A. BOLOTOV, Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Academic Supervisor of the Center of Institute of Education, Higher School of Economics (Moscow, Russia)
Vladimir N. VASILIEV, Corresponding Member of RAS, Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Rector of Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (St. Petersburg, Russia)
Vadim V. GRINSHKUN, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Department of Informatization of Education, Institute of Digital Education, Moscow City University (Moscow, Russia)
Alexander A. KUZNETSOV, Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor (Moscow, Russia)
Michail P. LAPCHIK, Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Head of the Department of Informatics and Informatics Teaching Methods, Omsk State Pedagogical University (Omsk, Russia)
Dmitry A. NOVIKOV, Corresponding Member of RAS, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Director of the Institute of Control Sciences of RAS (Moscow, Russia)
Alexei L. SEMENOV, Academician of RAS, Academician of RAE, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Director of the Institute for Cybernetics and Informatics in Education of the Federal Research Center "Computer Science and Control" of RAS (Moscow, Russia)
Olga G. SMOLYANINOVA, Academician of RAE, Dr. Sci. (Edu.), Professor, Director of Institute of Education Science, Psychology and Sociology, Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia)
Evgeniy K. KHENNER, Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Department of Information Technologies of Perm State University (Perm, Russia)
Curtis Jay BONK, Ph.D., Professor of the School of Education of Indiana University in Bloomington (Bloomington, USA)
Valentina DAGIENĖ, Dr. (HP), Professor at the Department of Didactics of Mathematics and Informatics, Faculty of Mathematics and Informatics, Vilnius University (Vilnius, Lithuania)
Evgenia SENDOVA, Ph.D., Associate Professor, Institute of Mathematics and Informatics of Bulgarian Academy of Sciences (Sofia, Bulgaria)
Yaroslav D. SERGEYEV, Ph.D., D.Sc., D.H.C., Distinguished Professor, Professor, University of Calabria (Cosenza, Italy)
Sergei A. FOMIN, Ph.D., Professor, California State University in Chico (Chico, USA)
Alona FORKOSH BARUCH, Ph.D., Senior Teacher, Pedagogical College Levinsky (Tel Aviv, Israel)

Scientific-methodical journal

INFORMATICS AND EDUCATION

PUBLISHED SINCE AUGUST 1986

№ 1 (310) February 2020

Founders:
- The Russian Academy of Education
- The Publishing House "Education and Informatics"

Table of Contents

From the editors 4

INFO-2019 CONTEST

The results of the 16th All-Russian contest of scientific and practical works INFO-2019 5

M. A. Rodionov, I. V. Akimova. Formation of financial literacy in training of informatics teachers on the basis of the 1C:Enterprise system 11

PEDAGOGICAL EXPERIENCE

E. V. Karmanova, V. A. Shelemetyeva. Hard and light gamification in education: Which one to choose? 20

Iu. V. Amelina, R. V. Amelin. Prospects for the use of modern technologies to increase student involvement 28

ICT IN THE SUBJECT AREA

N. V. Brovka. Didactic features of the organization of computer means of teaching students of mathematical specialties 34

INFORMATIZATION OF EDUCATION

A. K. Pogrebnikov, V. N. Shestakov, Yu. Yu. Yakunin. The influence of using parts of personal learning environment on student performance and learning motivation 42

Yu. A. Alyabysheva, A. Yu. Antonov, A. A. Veryaev. Digitalization of the thesaurus approach in education 51

P. Pei, Yu. N. Petrenko. Mobile robot automatic navigation control algorithm based on fuzzy neural network in industrial Internet of things environment 59

The journal is included in the List of Russian peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission, in which the main scientific results of dissertations should be published for the degrees of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ОБРАЗОВАНИЕ И ИНФОРМАТИКА

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

КУЗНЕЦОВ Александр Андреевич
председатель редакционного совета, академик РАО, доктор педагогических наук, профессор

БОСОВА Людмила Леонидовна

ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

ЕЛИЗАРОВ Александр Михайлович

КАРАКОЗОВ Сергей Дмитриевич

КИРИЛЛОВА Ольга Владимировна

КРАВЦОВ Сергей Сергеевич

НОСКОВ Михаил Валерианович

РАБИНОВИЧ Павел Давидович

РОДИОНОВ Михаил Алексеевич

РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

УВАРОВ Александр Юрьевич

ХРИСТОЧЕВСКИЙ Сергей Александрович

ЧЕРНОБАЙ Елена Владимировна

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор журнала «Информатика и образование»
ГРИГОРЬЕВ Сергей Георгиевич

Главный редактор журнала «Информатика в школе»
БОСОВА Людмила Леонидовна

Директор издательства РЫБАКОВ Даниил Сергеевич

Научный редактор ДЕРГАЧЕВА Лариса Михайловна

Ведущий редактор КИРИЧЕНКО Ирина Борисовна

Корректор ШАРАПКОВА Людмила Михайловна

Верстка ФЕДОТОВ Дмитрий Викторович

Дизайн ГУБКИН Владислав Александрович

Отдел распространения и рекламы
КОПТЕВА Светлана Алексеевна
КУЗНЕЦОВА Елена Александровна

PUBLISHING HOUSE

EDUCATION AND INFORMATICS

EDITORIAL COUNCIL

Alexander A. KUZNETSOV
Chairman of the Editorial Council, Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Sciences (Education), Professor

Lyudmila L. BOSOVA

Sergey G. GRIGORIEV

Aleksandr M. ELIZAROV

Sergey D. KARAKOZOV

Olga V. KIRILLOVA

Sergey S. KRAVTSOV

Mikhail V. NOSKOV

Pavel D. RABINOVICH

Mikhail A. RODIONOV

Daniil S. RYBAKOV

Alexander Yu. UVAROV

Sergey A. CHRISTOCHEVSKY

Elena V. CHERNOBAY

EDITORIAL TEAM

Editor-in-Chief of the Informatics and Education journal
Sergey G. GRIGORIEV

Editor-in-Chief of the Informatics in School journal
Lyudmila L. BOSOVA

Director of Publishing House Daniil S. RYBAKOV

Science Editor Larisa M. DERGACHEVA

Senior Editor Irina B. KIRICHENKO

Proofreader Lyudmila M. SHARAPKOVA

Layout Dmitry V. FEDOTOV

Design Vladislav A. GUBKIN

Distribution and Advertising Department
Svetlana A. KOPTEVA
Elena A. KUZNETSOVA

Присланные рукописи не возвращаются.

Ответственность за достоверность фактов несут авторы публикуемых материалов.

Воспроизведение или использование другим способом любой части издания без согласия редакции является незаконным и влечет ответственность, установленную действующим законодательством РФ.

При цитировании ссылка на журнал «Информатика и образование» обязательна.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов.

Подписные индексы
в каталоге «Роспечать»
70423 — индивидуальные подписчики
73176 — предприятия и организации

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-7065 от 10 января 2001 г.

Издатель ООО «Образование и Информатика»
119261, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 82/2, комн. 6
Тел./факс: (495) 140-19-86
E-mail: readinfo@infojournal.ru
Сайт издательства: http://infojournal.ru/
Сайт журнала: https://info.infojournal.ru/

Почтовый адрес: 119270, г. Москва, а/я 15

Подписано в печать 27.02.20.
Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 8,5
Тираж 2000 экз. Заказ № 1100.
Отпечатано в типографии ООО «Принт сервис групп», 105187, г. Москва, Борисовская ул., д. 14, стр. 6, тел./факс: (499) 785-05-18, e-mail: 3565264@mail.ru

© **«Образование и Информатика», 2020**

Дорогие коллеги!

Перед вами — первый в наступившем году выпуск журнала «Информатика и образование». С началом нового года мы ждем новых открытий, результатов, достижений в науке и образовании. За последние годы многое изменилось в содержании информатики как науки и в методике преподавания информатики. Выпускаемые издательством «Образование и Информатика» журналы «Информатика и образование» и «Информатика в школе» тоже меняются — мы стараемся идти в ногу со временем и совершенствовать наши издания, стремимся к тому, чтобы привести содержание обоих журналов в соответствие с современными потребностями нашей системы образования.

«Информатика и образование» — это журнал, которому в минувшем году исполнилось 33 года. За это время на страницах его выпусков нашла отражение вся история становления в нашей стране информатики и информатизации образования. Именно в этом журнале были сформированы концептуальные основы науки информатики, показаны роль и значение учебной дисциплины «Информатика» с учетом всех культурных и исторических особенностей нашей страны, освещен весь спектр проблем информатизации сферы образования на разных его уровнях.

Журнал «Информатика в школе» существенно моложе, он издается с 2002 года. Статьи, размещаемые в нем, ориентированы на освещение вопросов методики преподавания курса информатики в образовательных организациях общего и дошкольного образования.

Необходимо подчеркнуть разницу в принципах формирования содержания в журналах. С одной стороны, это фундаментальные проблемы информатики и их отражение в сфере образования на разных уровнях, в разных направлениях и профилях — журнал «Информатика и образование». С другой стороны, это методика преподавания в средней школе дисциплины «Информатика», предмета, являющегося в современном мире основой образования, — журнал «Информатика в школе».

Отбором содержания для каждого из журналов занимается его редакционная коллегия. Следует отметить, что состав редакционных коллегий обоих журналов во многом определен не только профессиональными требованиями, но и необходимостью учесть формальные требования индексации в различных базах данных.

В настоящее время оба журнала интегрированы и успешно взаимодействуют друг с другом.

Необходимость развития сотрудничества двух журналов, реализации более четкого взаимодействия их редколлегий привела к созданию редакционного совета издательства «Образование и Информатика». Редакционный совет определяет общую стратегию развития журналов. Цель редакционного совета состоит в расширении информационного обмена, обеспечении читателей журнала и научной общественности качественными информационными ресурсами, развитии и совершенствовании научно-методической деятельности и исследований в сфере информатики и информатизации образования, содействии интеграции научных и научно-методических разработок в сферу образования, обеспечении взаимодействия с другими профильными журналами.

В состав редакционного совета издательства «Образование и Информатика» вошли ученые и специалисты из разных регионов нашей страны, представляющие ведущие вузы и институты Российской академии наук и Российской академии образования, профессиональные сообщества, научные издания. Редакционный совет согласился возглавить академик РАО, профессор Александр Андреевич Кузнецов.

Мы уверены, что редакционный совет станет консолидирующим органом не только для журналов издательства «Образование и Информатика», но и для всех ученых, педагогов, исследователей, занимающихся проблемами применения информационных технологий в сфере образования, вопросами преподавания информатики, совершенствования информационно-образовательной среды, развития информатизации образования.

Редакция ИНФО

ИТОГИ XVI ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ИНФО-2019

Уважаемые коллеги!

В сентябре 2019 года издательство «Образование и Информатика» объявило конкурс научно-практических работ ИНФО-2019 по методике обучения информатике и информатизации образования.

Было организовано жюри конкурса, в которое вошли представители Российской академии образования, ведущие методисты, члены редакционных коллегий журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе», сотрудники объединенной редакции ИНФО.

В конкурсе приняли участие как работники образования — учителя, преподаватели вузов, работники учреждений дошкольного образования, педагоги системы дополнительного образования, методисты, так и студенты педвузов из разных регионов Российской Федерации, а также из стран СНГ.

Конкурс проводился по пяти номинациям:
1. Алгоритмы: вчера, сегодня, завтра.
2. Роботы в курсе информатики.
3. Внедрение ФГОС нового поколения: проблемы и достижения.
4. Инновации в информатизации управления образовательной организацией.
5. Учитель информатики в XXI веке: новое время — новые задачи — новые компетенции.

К сожалению, вынуждены отметить (и обратить на это особое внимание участников конкурса), что несколько работ, получивших высокие оценки членов жюри, были исключены из списка победителей из-за большого числа заимствований — в некоторых работах плагиат составлял до 70 % общего объема текста. Надеемся, что в будущих конкурсах участники будут более внимательно относиться к соблюдению норм публикационной этики.

Представляем лауреатов (1-е место) и дипломантов (2-е место) конкурса ИНФО-2019. Все победители представлены в алфавитном порядке.

НОМИНАЦИЯ 1
«АЛГОРИТМЫ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА»

Лауреаты конкурса (1-е место)

Зубрилин Андрей Анатольевич,
заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники,
Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева,
г. Саранск, Республика Мордовия

Макаров Максим Николаевич,
магистрант 1-го курса физико-математического факультета,
Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева,
г. Саранск, Республика Мордовия

Дипломанты конкурса (2-е место)

Климина Наталья Владимировна,
учитель информатики, лицей имени Героя Советского Союза П. И. Викулова, г. Сызрань, Самарская область

Куличенко Анастасия Владимировна,
преподаватель информатики и ИКТ, Петрозаводское президентское кадетское училище, Республика Карелия

НОМИНАЦИЯ 2
«РОБОТЫ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ»

По мнению жюри, в данной номинации не было представлено работ, достойных 1-го места.

Дипломант конкурса (2-е место)

Сафонова Ольга Юрьевна,
учитель информатики, гимназия № 17, г. Королев, Московская область

НОМИНАЦИЯ 3
«ВНЕДРЕНИЕ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ»

Лауреат конкурса (1-е место)

Шегай Ирина Николаевна,
учитель информатики, частная школа «Золотое сечение», г. Москва

Дипломанты конкурса (2-е место)

Блинов Дмитрий Михайлович,
учитель физики и информатики, заместитель директора по УВР,
школа-интернат № 15 для детей с ограниченными возможностями здоровья,
г. Ижевск, Удмуртская Республика

Лобанова Татьяна Юрьевна,
учитель информатики, Ангарский лицей № 1, Иркутская область

Лобанов Алексей Александрович,
учитель информатики, открытая (сменная) общеобразовательная школа,
г. Ангарск, Иркутская область

Назаров Дмитрий Михайлович,
профессор, заведующий кафедрой бизнес-информатики,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург, Свердловская область

Назаров Антон Дмитриевич,
ассистент кафедры бизнес-информатики, аспирант,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург, Свердловская область

НОМИНАЦИЯ 4
«ИННОВАЦИИ В ИНФОРМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ»

По мнению жюри, в данной номинации не было представлено работ, достойных 1-го места.

Дипломанты конкурса (2-е место)

Колмакова Мария Васильевна,
магистрант, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Лиготина Жанна Васильевна,
преподаватель информатики, Барнаульский государственный педагогический колледж, Алтайский край

Лукьянова Наталия Владимировна,
преподаватель информатики, Барнаульский государственный педагогический колледж, Алтайский край

НОМИНАЦИЯ 5
«УЧИТЕЛЬ ИНФОРМАТИКИ В XXI ВЕКЕ: НОВОЕ ВРЕМЯ — НОВЫЕ ЗАДАЧИ — НОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ»

Лауреаты конкурса (1-е место)

Акимова Ирина Викторовна,
доцент кафедры «Информатика и методика обучения информатике и математике», Пензенский государственный университет

Родионов Михаил Алексеевич,
профессор, заведующий кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике», Пензенский государственный университет

Дипломанты конкурса (2-е место)

Леонова Елена Анатольевна,
доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

Носова Людмила Сергеевна,
доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

Рузаков Андрей Александрович,
доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

Чусавитина Галина Николаевна,
профессор кафедры бизнес-информатики и информационных технологий, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Челябинская область

Все представленные выше лауреаты (1-е место) и дипломанты (2-е место) конкурса ИНФО-2019 будут награждены дипломами соответствующего достоинства от издательства «Образование и Информатика». Их работы будут опубликованы в журналах «Информатика и образование» или «Информатика в школе».

В качестве приза победители конкурса ИНФО-2019 получат:

- лауреаты конкурса (1-е место) — подписку на 2020 год на журналы «Информатика и образование» и «Информатика в школе» — в электронном и печатном видах, а также электронный комплект обоих журналов за 2019 год;
- дипломанты конкурса (2-е место) — электронную подписку на 2020 год на журналы «Информатика и образование» и «Информатика в школе», а также электронный комплект обоих журналов за 2019 год.

Также по результатам конкурса отмечены жюри и рекомендованы к публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» работы следующих авторов:

Бычкова Дарья Дмитриевна,
доцент кафедры вычислительной математики и методики преподавания информатики физико-математического факультета, Московский государственный областной университет

Букина Елена Юрьевна,
учитель информатики, средняя общеобразовательная школа № 1, г. Зеленокумск, Ставропольский край

Десненко Светлана Иннокентьевна,
заведующий кафедрой физики, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Забайкальский край
Пахомова Татьяна Евгеньевна,
преподаватель информатики, Читинский педагогический колледж, Забайкальский край

Долинская Мария Александровна,
аспирант кафедры математических проблем управления и информатики, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь
Долинский Михаил Семенович,
доцент кафедры математических проблем управления и информатики, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Беларусь

Зубрилин Андрей Анатольевич,
заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники, Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия
Зубрилина Мария Сергеевна,
учитель информатики, средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 24, г. Саранск, Республика Мордовия
Прончатова Анна Сергеевна,
магистрант 1-го курса физико-математического факультета, Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия

Иванова Ольга Владимировна,
доцент кафедры информационных образовательных технологий, Кубанский государственный университет, г. Краснодар

Попова Лариса Михайловна,
преподаватель кафедры педагогики, психологии и методики начального образования, Братский педагогический колледж, Иркутская область
Ли Алина Владимировна,
студентка 4-го курса, Братский педагогический колледж, Иркутская область

Самаева Ольга Сергеевна,
преподаватель, Канашский транспортно-энергетический техникум, Чувашская Республика
Асташкин Сергей Олегович,
преподаватель, Канашский транспортно-энергетический техникум, Чувашская Республика

Участники конкурса, чьи работы рекомендованы к публикации, получат сертификат об участии в конкурсе и публикации вместе с авторским экземпляром журнала, в котором будет опубликована работа, а также в качестве приза электронный комплект журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе» за 2019 год.

Остальные конкурсанты могут получить сертификат об участии, который будет подготовлен по индивидуальному запросу.

Следите за информацией о новых конкурсах в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе», а также на сайте ИНФО: http://www.infojournal.ru/

ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»

М. А. Родионов[1] **И. В. Акимова**[1]

победители конкурса ИНФО-2019 в номинации «Учитель информатики в XXI веке: новое время — новые задачи — новые компетенции»

[1] ***Пензенский государственный университет***
440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40

Аннотация

В представляемом в статье исследовании рассматривается проблема формирования финансовой грамотности учащихся на уроках информатики и соответствующей подготовки будущих учителей информатики. Под финансовой грамотностью понимается совокупность базовых знаний в области финансов, банковского дела, страхования, а также бюджетирования личных финансов, которые позволяют человеку правильно подбирать необходимый финансовый продукт или услугу, трезво оценивать и брать на себя риски, которые могут возникнуть в ходе использования этих продуктов, грамотно накапливать сбережения и определять сомнительные (мошеннические) схемы вложения денег. Авторы делают вывод, что для успешного освоения содержательных линий курса финансовой грамотности необходима интеграция разных предметов школьного курса, таких как математика, история, информатика, обществознание и литература. Велика роль современного учителя информатики при формировании финансовой грамотности учащихся. Поэтому при подготовке будущего учителя информатики следует уделять внимание вопросам, связанным с изучением элементов финансовой грамотности на уроках информатики. Для решения поставленной проблемы авторы предлагают использовать спецкурс «Основы работы в “1С:Предприятие”», который реализован в Пензенском государственном университете. В статье приводится программа спецкурса и даются методические рекомендации по его проведению.

Ключевые слова: финансовая грамотность, учитель информатики, спецкурс, «1С:Предприятие».

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-11-18

Для цитирования:

Родионов М. А., Акимова И. В. Формирование финансовой грамотности при подготовке учителя информатики на основе использования системы «1С:Предприятие» // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 11–18.

Статья поступила в редакцию: 13 ноября 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторах

Родионов Михаил Алексеевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике», Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет, Россия; do7tor@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1764-9047

Акимова Ирина Викторовна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры «Информатика и методика обучения информатике и математике», Педагогический институт им. В. Г. Белинского, Пензенский государственный университет, Россия; ulrih@list.ru; ORCID: 0000-0003-0900-4676

1. Введение

Глобальный экономический кризис определяет современную экономическую обстановку в России, что, в свою очередь, актуализирует проблематику воспитания подрастающего поколения. Современный общественный заказ в России определяет необходимость в гражданах, способных находиться в постоянном поиске путей решения экономических проблем и эффективно осуществлять экономическую деятельность.

Стоит отметить, что проблема формирования финансовой грамотности — это одна из сложных проблем современного общества. Она предполагает понимание ключевых финансовых понятий и применение данной информации для принятия разумных решений, способствующих экономической безопас-

ности и благосостоянию современного общества. К таким понятиям можно отнести: принятие решений о тратах и сбережениях, выбор соответствующих финансовых инструментов, планирование бюджета, накопление средств на будущие цели.

В нашей стране проблема формирования финансовой грамотности решается на государственном уровне. В 2011 году Министерство финансов Российской Федерации совместно со Всемирным банком начали реализацию проекта «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации» [1]. Проект рассчитан на то, что, обучив сегодняшних школьников финансовой грамотности, через 10–15 лет государство получит финансово грамотное население. В 2017 году разработана «Национальная стратегия повышения финансовой грамотности 2017–2023 гг.» [2].

Формирование компетентности в области финансовой грамотности — это и одна из задач при подготовке современного учителя информатики. С одной стороны, учитель информатики должен сам иметь представление о таком понятии, как финансовая грамотность, с другой стороны, он должен иметь запас компетенций для формирования этого понятия у учащихся на уроках информатики.

2. Основные понятия

Рассмотрим основные понятия, связанные с финансовой грамотностью.

Г. К. Муравин, О. В. Муравина предлагают рассматривать ***финансовую грамотность*** как совокупность базовых знаний в области финансов, банковского дела, страхования, а также бюджетирования личных финансов, которые позволяют человеку правильно подбирать необходимый финансовый продукт или услугу, трезво оценивать и брать на себя риски, которые могут возникнуть в ходе использования этих продуктов, грамотно накапливать сбережения и определять сомнительные (мошеннические) схемы вложения денег [3, 4].

В основе финансовой грамотности должно быть умелое управление денежными ресурсами, которое включает в себя [5–7]:

- рациональное использование денежных ресурсов на потребление;
- культуру сбережения с целью формирования активов;
- эффективное использование денежных ресурсов для инвестирования.

В соответствии с проектом Минфина России и Всемирного банка «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации» [1], «Финансовая грамотность» — это прикладной курс, реализующий интересы обучающихся в сфере экономики семьи.

Основные содержательные линии при изучении элементов финансовой грамотности представлены на рисунке 1.

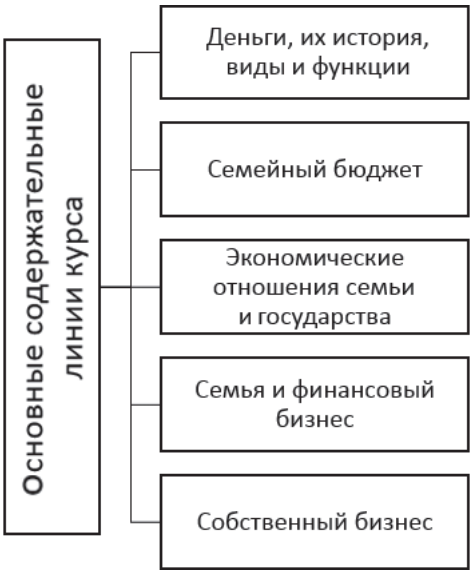


Рис. 1. Основные содержательные линии при изучении элементов финансовой грамотности

Согласно исследованиям психологов, у учащихся в возрасте 10–12 лет уже формируются основные экономические представления благодаря более высокому уровню их когнитивного развития по сравнению с предыдущими возрастами. Поэтому начиная с пятого класса в учебный курс целесообразно включать экономические задачи, которые и будут способствовать формированию финансовой грамотности [3, 8].

Для успешного освоения содержательных линий финансовой грамотности необходима интеграция разных предметов школьного курса, таких как математика, история, информатика, обществознание и литература [9] (рис. 2).

На уроках информатики формировать финансовую грамотность возможно несколькими путями [1, 10–12]:

- решение финансовых задач — при изучении темы «Алгоритмизация и программирование»;
- решение финансовых задач — при изучении темы «Электронные таблицы»;
- решение финансовых задач — при изучении темы «Базы данных и СУБД»;
- поиск актуальной финансовой информации — при изучении темы «Глобальные компьютерные сети»;
- изучение правил и способов сохранения личной финансовой информации — при изучении темы «Информационная безопасность».

Таким образом, достаточно велика роль учителя информатики при формировании финансовой грамотности учащихся [13–15]. Поэтому при подготовке современного учителя информатики следует уделять внимание вопросам, связанным с изучением элементов финансовой грамотности на уроках информатики. Современные информационные технологии предлагают широкий выбор специального инструментария, имеющего экономическое назначение.

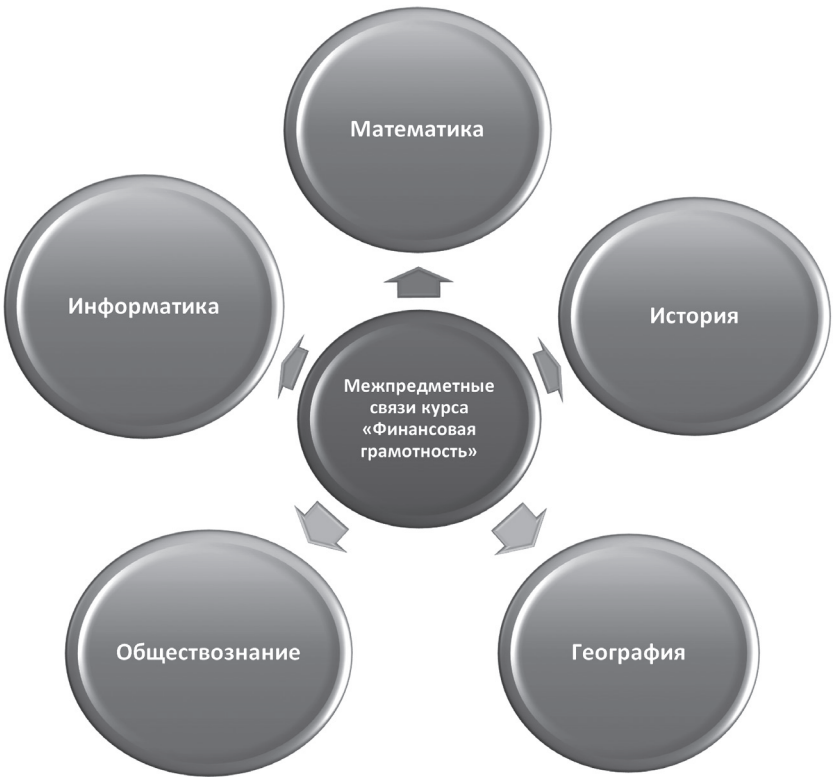


Рис. 2. Межпредметные связи курса «Финансовая грамотность»

3. Спецкурс для будущих учителей информатики «Основы работы в "1С:Предприятие"»

Предметом нашего исследования стала **возможность формирования основ финансовой грамотности будущих учителей информатики на основе изучения ими работы в системе «1С:Предприятие»**. Данный выбор обусловлен тем, что «1С:Предприятие» — это современная универсальная система автоматизации экономической и организационной деятельности предприятия. При использовании системы речь идет о самых разных видах деятельности — сфера применения системы очень широка [16–18].

В состав системы «1С:Предприятие» входит совокупность различных программных инструментов, с которыми работают разработчики и пользователи. Логически всю систему можно разделить на две большие части, которые тесно взаимодействуют друг с другом, — конфигурацию и платформу, которая управляет работой конфигурации (рис. 3).

Еще одна важная особенность «1С:Предприятие» заключается в том, что учебная версия системы является свободно распространяемой [19, 20]. Обновленная версия доступна на сайте компании «1С»: https://online.1c.ru/catalog/free/18610119/

Для изучения данного программного средства нами **разработан спецкурс для будущих учителей информатики «Основы работы в “1С:Предприятие”»**, который реализован в Пензенском государственном университете.

Задачами курса являются:

- знакомство студентов с системой «1С:Предприятие»;
- формирование у будущих учителей основных умений работы в системе «1С:Предприятие»;

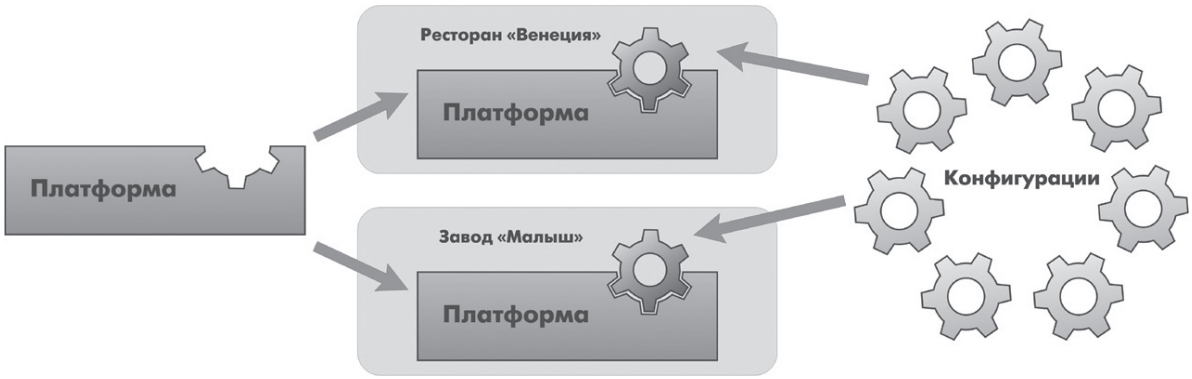


Рис. 3. Схема конфигураций «1С:Предприятие»

- разработка студентами собственной конфигурации для контроля над личными доходами и расходами.

В таблице представлена программа спецкурса.

Как видно из таблицы, курс можно условно разделить на две части.

Первая часть (занятия 1–8) посвящена формированию у студентов общих компетенций по работе в системе «1С:Предприятие».

Ниже представлено содержание данных разделов.

1. Общие сведения о платформе «1С:Предприятие». Описание основных возможностей системы «1С:Предприятие». Области применения. Технологическая платформа. Прикладные решения. «1С:Библиотека стандартных подсистем».

2. Создание информационной базы, подсистемы. Описание конфигурируемости системы «1С:Предприятие». Режимы запуска. Объекты конфигурации, дерево объектов конфигурации. Добавление нового объекта конфигурации, палитра свойств. Добавление подсистемы, описание свойств подсистемы. Порядок вывода и отображение подсистем в конфигурации.

3. Работа со справочниками. Создание справочника, простой справочник. Справочник с табличной частью. Иерархический справочник. Справочник с предопределенными элементами.

4. Работа с документами. Создание документа, реквизиты и табличные части документа. Создание формы документа. Событие, модуль.

5. Работа с регистрами. Регистр накоплений. Роль и виды регистров.

Таблица

Программа спецкурса «Основы работы в "1С:Предприятие"»

№ п/п	Тема	Кол-во часов
1	Общие сведения о платформе «1С:Предприятие»	2
2	Создание информационной базы, подсистемы	2
3	Работа со справочниками	4
4	Работа с документами	4
5	Работа с регистрами	2
6	Формирование движений документов по регистрам	4
7	Работа с отчетами	2
8	Работа с макетами	2
9	Создание конфигурации «Мои финансы»	10
10	Резерв	2
	ИТОГО:	34

6. Формирование движений документов по регистрам. Движение регистра. Создание движения документа с помощью конструктора движений.

7. Работа с отчетами. Описание объекта конфигурации «Отчет». Создание отчета с помощью конструктора схемы компоновки данных. Отображение отчета в разделах прикладного решения.

8. Работа с макетами. Объект конфигурации «Макет». Конструктор печати.

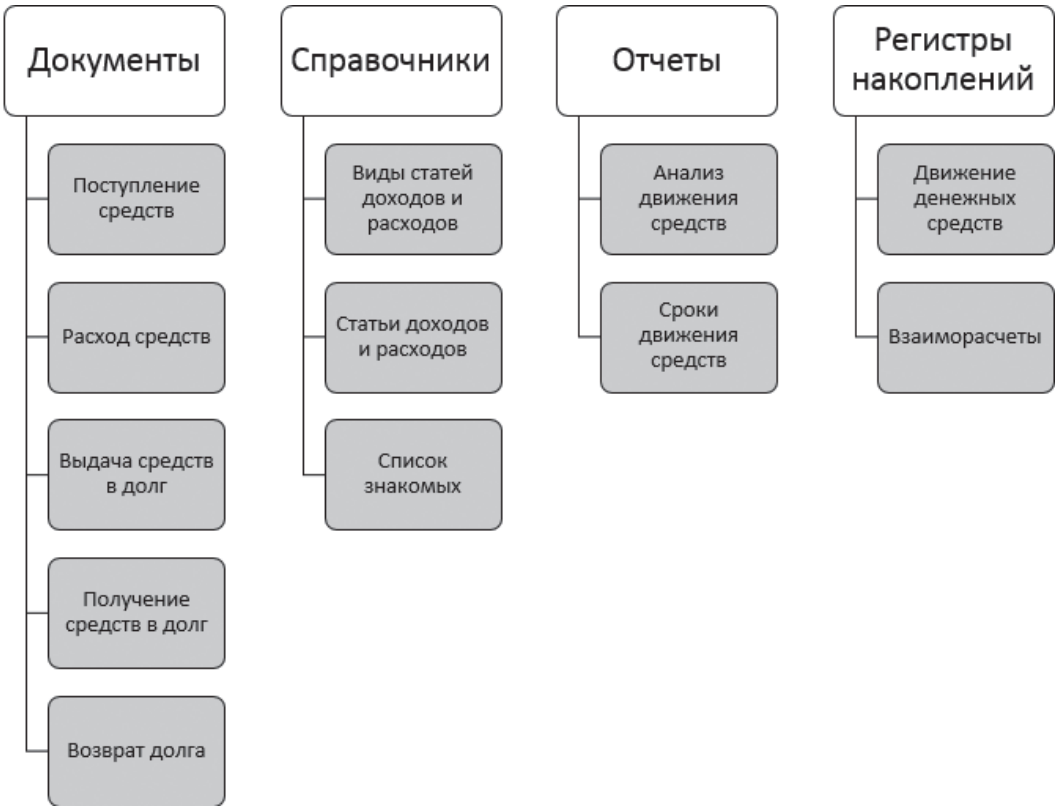


Рис. 4. Схема конфигурации

Обучение осуществляется на основе использования учебной версии системы «1С:Предприятие 8.3».

Во второй части курса студенты создают конфигурацию «Мои финансы». Общая схема данной конфигурации представлена на рисунке 4, а примерный вид конфигурации, которую должны получить студенты, — на рисунке 5.

Во второй части спецкурса студентам предоставляется большая самостоятельность в работе. Они могут предлагать новые элементы конфигурации, которые больше соответствуют их финансовой ситуации. Например, на схеме конфигурации представлена возможность давать в долг и брать денежные средства в долг. Соответственно, в справочниках появляется список лиц, которые могут выступать должниками (рис. 6).

Но если выдача денег в долг не входит в круг финансовых интересов, то можно не включать данные объекты в конфигурацию.

Занятия рассматриваемого спецкурса проходят с использованием цифровых образовательных ресурсов. К каждому занятию подготовлены презентации. На рисунках 7–11 представлен фрагмент презентации к занятию по теме 9 «Создание конфигурации “Мои финансы”».

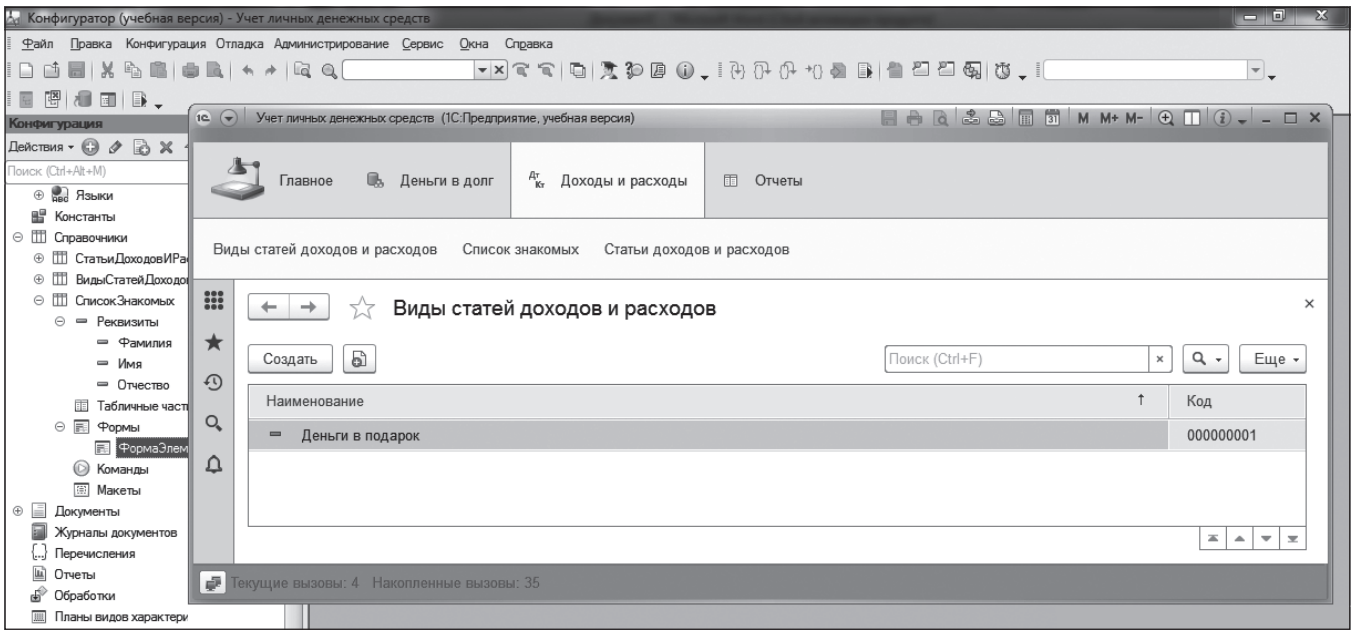


Рис. 5. Конфигурация «Мои финансы»

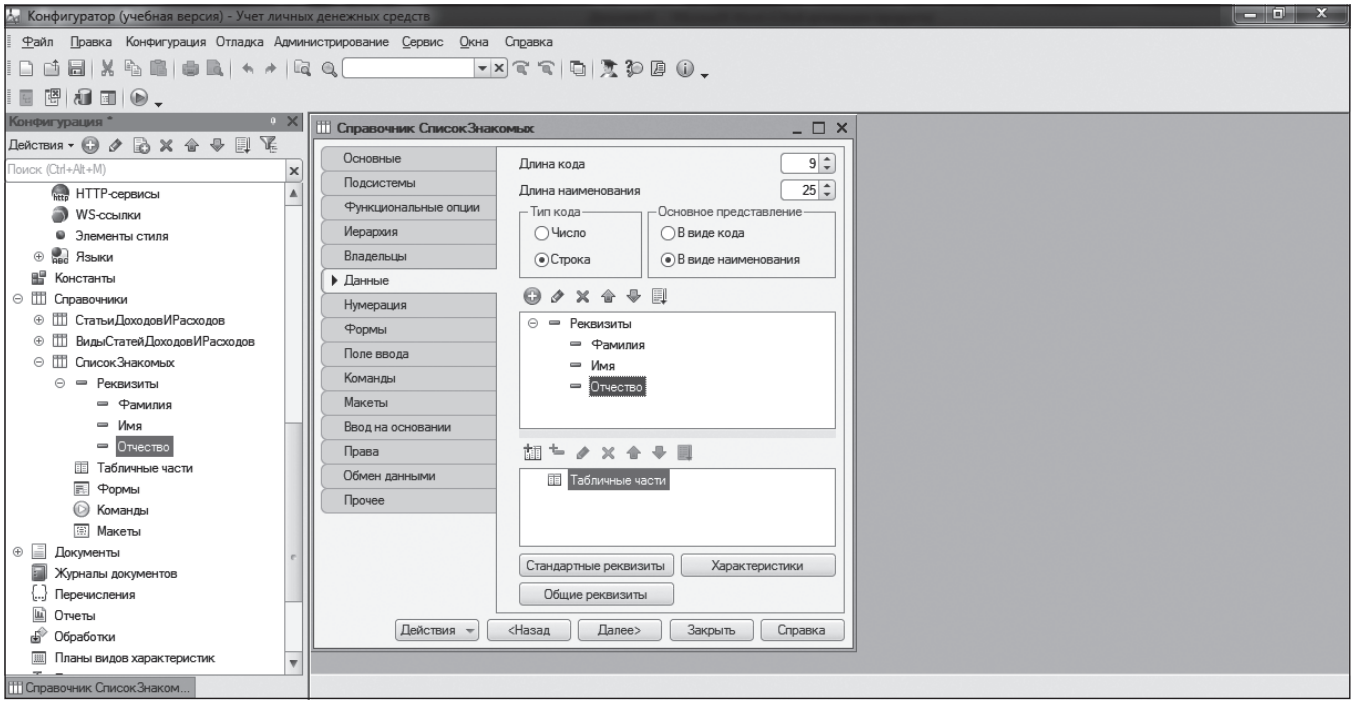


Рис. 6. Создание элемента конфигурации

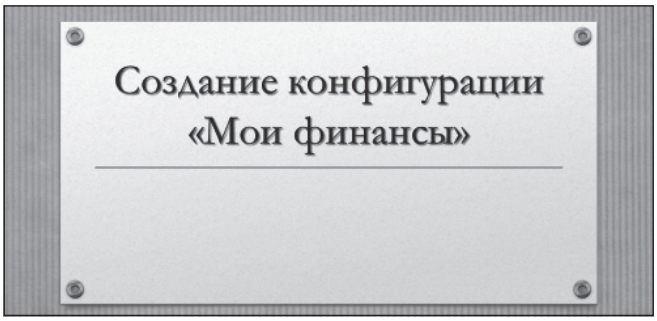


Рис. 7. Фрагмент презентации (1)

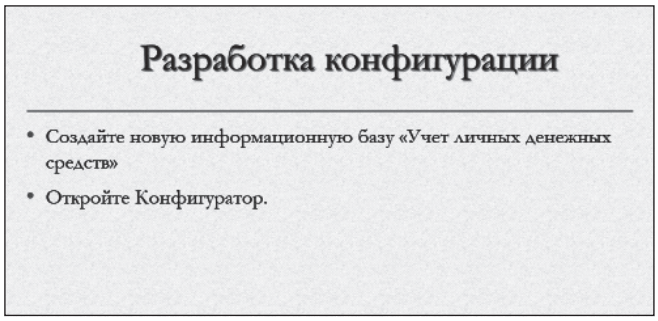


Рис. 8. Фрагмент презентации (2)

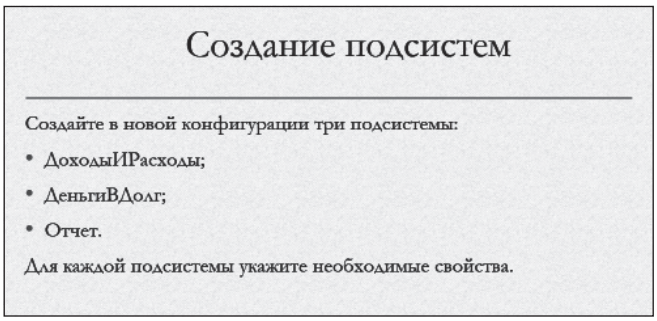


Рис. 9. Фрагмент презентации (3)

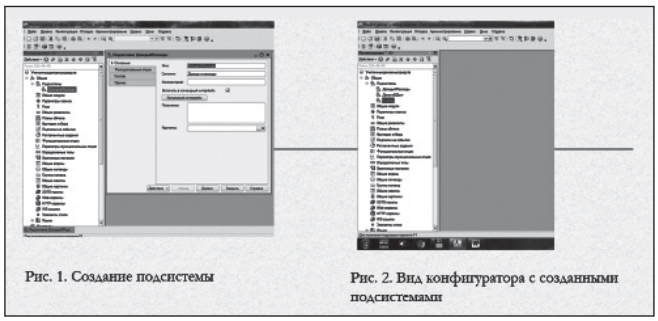


Рис. 10. Фрагмент презентации (4)

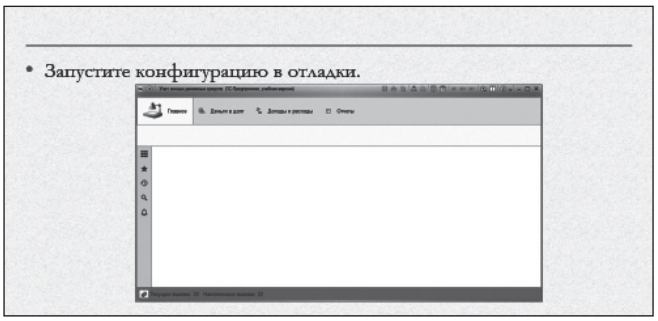


Рис. 11. Фрагмент презентации (5)

4. Выводы

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы.

Одна из актуальных задач подготовки современного учителя информатики — формирование его компетентности в области финансовой грамотности, так как урок информатики будет являться частью интегрированного процесса освоения учащимся финансовой грамотности в средней школе.

Среди нескольких путей формирования финансовой грамотности на уроках информатики в нашем исследовании рассматривается вариант изучения работы в системе «1С:Предприятие». Для решения данной задачи был разработан спецкурс для будущих учителей информатики «Основы работы в “1С:Предприятие”».

По результатам спецкурса был проведен опрос среди студентов четвертого курса факультета физико-математических и естественных наук Пензенского государственного университета. Задачей опроса было выяснение того, насколько данный спецкурс достиг целей и будет ли он полезен при формировании как личной финансовой грамотности студентов, так и финансовой грамотности школьников, которых будут учить сегодняшние студенты — будущие учителя информатики. В опросе участвовали 15 студентов.

На первый вопрос: «Считаете ли вы, что финансовая грамотность школьника может формироваться на уроках информатики?» 100 % студентов ответили положительно.

На второй вопрос: «Будете ли вы использовать полученные во время изучения спецкурса умения работать в системе “1С:Предприятие” на уроках информатики?» были получены следующие ответы: «Да» — 20 % (3 человека), «Буду использовать фрагментарно» — 66,7 % (10 человек), «Нет» — 13,3 % (2 человека).

На третий вопрос: «Будете ли вы использовать полученные навыки работы в системе “1С:Предприятие” для управления своими личными финансами?» 86,7 % (13 человек) ответили утвердительно.

Также со студентами были обсуждены перспективы расширения спецкурса, и был сделан вывод о необходимости внедрением тем, связанных с программированием в системе «1С:Предприятие».

Таким образом, можно сделать вывод, что работа, проведенная на рассматриваемом спецкурсе, имела положительный эффект и цель нашего исследования была достигнута.

Список использованных источников

1. Проект «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации». https://vashifinancy.ru/

2. Проект «Национальная стратегия повышения финансовой грамотности 2017–2023 гг.». https://www.minfin.ru/ru/document/?id_4=118377-proekt_natsionalnaya_strategiya_povysheniya_finansovoi_gramotnosti_2017-2023_gg.

3. *Муравин Г. К., Муравина О. В.* Сборник специальных модулей по финансовой грамотности для УМК по математике 5 класса. М.: Дрофа, 2017. 42 с.

4. *Муравин Г. К., Муравина О. В.* Сборник специальных модулей по финансовой грамотности для УМК по алгебре и началам математического анализа 10 класса. М.: Дрофа, 2017. 38 с.

5. *Акимов Д. В.* Задания по экономике: от простых до олимпиадных. М.: Вита-Пресс, 2008. 320 с.

6. *Брехова Ю. В., Алмосов А. П., Завьялов Д. Ю.* Финансовая грамотность: материалы для учащихся 10–11 кл. М.: Вита-Пресс, 2014. 400 с.

7. *Брехова Ю. В., Алмосов А. П., Завьялов Д. Ю.* Финансовая грамотность: методические рекомендации для учителя. М.: Вита-Пресс, 2014. 80 с.

8. Изучение финансовой грамотности на уроках информатики. http://edu.pacc.ru/finformatika/

9. Федеральный методический центр по финансовой грамотности системы общего и среднего профессионального образования. https://fmc.hse.ru/

10. *Горяев А., Чумаченко В.* Финансовая грамота. М.: Citi Foundation, 2009. 106 с.

11. *Lusardi A., Mitchell O. S.* Financial literacy around the world: an overview // Journal of Pension Economics & Finance. 2011. Vol. 10. Is. 4. P. 497–508. DOI: 10.1017/S1474747211000448

12. *Сергеева Т. Ф., Кальней В. А.* Особенности подготовки учителя к формированию финансовой грамотности обучающихся // Вестник РМАТ. 2015. № 4. С. 76–79. http://www.rmat.ru/wyswyg/file/about/vestnik/2015/4_2015_2.pdf

13. *Губанова О. М., Родионов М. А.* Современный урок информатики в условиях ФГОС // Вестник Пензенского государственного университета. 2015. № 1. С. 18–21. https://vestnik.pnzgu.ru/files/vestnik.pnzgu.ru/vestnik_pgu_1_9_2015.pdf

14. *Родионов М. А., Акимова И. В., Губанова О. М.* Формирование предметной составляющей профессиональной компетенции учителя информатики // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В. И. Вернадского. 2017. № 2. С. 129–139. DOI: 10.17277/voprosy.2017.02.pp.129-139

15. *Родионов М. А., Губанова О. М.* Особенности проектирования методической системы формирования профессиональных компетенций будущего учителя информатики и ИКТ // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2014. № 4. С. 235–240. http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2014_-_4(36)_unicode/34.pdf

16. *Радченко М. Г., Хрусталева Е. Ю.* 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. М.: 1С-Паблишинг, 2013. 965 с.

17. *Тагайцева С. Г., Юрченко Т. В.* Разработка прикладных решений на платформе 1С:Предприятие 8. Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. 84 с. https://docplayer.ru/56632786-S-g-tagayceva-t-v-yurchenko-razrabotka-prikladnyh-resheniy-na-platforme-1s-predpriyatie-8-uchebnoe-posobie.html

18. *Пантелеймонова А. В., Белова М. А., Бычкова Д. Д.* Подготовка учителя информатики с использованием образовательного комплекса «1С:Школа. Информатика, 10 кл.». М.: 1С-Паблишинг, 2012. 287 с.

19. *Мельгуй А. Э., Мешкова Н. О.* Использование программных продуктов «1С» при организации учебного процесса на специальности «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» // Вестник БГУ. 2009. № 3. С. 110–115. http://vestnik-brgu.ru/wp-content/numbers/v2009_3.pdf

20. *Дадян Э. Г.* Применение инновационных технологий в системе профессионального образования // Информатика и образование. 2014. № 9. С. 60–62.

FORMATION OF FINANCIAL LITERACY IN TRAINING OF INFORMATICS TEACHERS ON THE BASIS OF THE 1C:ENTERPRISE SYSTEM

M. A. Rodionov[1], I. V. Akimova[1]

[1] ***Penza State University***
440026, Russia, Penza, ul. Krasnaya, 40

Abstract

In the submitted study the problem of the formation of financial literacy of students at informatics lessons and relevant training of future informatics teachers is considered. Financial literacy is understood as a set of basic knowledge in the field of finance, banking, insurance, as well as budgeting for personal finances that allow a person to choose the right financial product or service, soberly assess and take risks that may arise during the use of these products, correctly accumulate savings and identify doubtful (fraudulent) investment schemes. The authors conclude that successful development of meaningful lines of the course of financial literacy requires integration of a few school subjects, such as mathematics, history, informatics, social science and literature. The role of modern informatics teacher in the formation of financial literacy of students is great. Therefore, in the training of a future informatics teacher, it should be paid the attention to issues related to the study of elements of financial literacy in informatics lessons. In order to solve the problem, the authors propose to use the special course "Basics of work in 1C:Enterprise", which is implemented at Penza State University. The article contains a program of the course and the methodological recommendations for its implementation.

Keywords: financial literacy, informatics teacher, special course, 1C:Enterprise.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-11-18

For citation:
Rodionov M. A., Akimova I. V. Formirovanie finansovoj gramotnosti pri podgotovke uchitelya informatiki na osnove ispol'zovaniya sistemy "1C:Predpriyatie" [Formation of financial literacy in training of informatics teachers on the basis of the 1C:Enterprise system]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 11–18. (In Russian.)
Received: November 13, 2019.
Accepted: January 21, 2020.

About the authors
Mikhail A. Rodionov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Head of the Department of "Informatics and Methods of Teaching Informatics and Mathematics", Pedagogical Institute named after V. G. Belinsky, Penza State University, Russia; do7tor@mail.ru; ORCID: 0000-0002-1764-9047
Irina V. Akimova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department "Informatics and Methods of Teaching Informatics and Mathematics", Pedagogical Institute named after V. G. Belinsky, Penza State University, Russia; ulrih@mail.ru; ORCID: 0000-0003-0900-4676

References

1. Proekt "Sodejstvie povysheniyu urovnya finansovoj gramotnosti naseleniya i razvitiyu finansovogo obrazovaniya v Rossijskoj Federatsii" [Project "Promoting for Improving Financial Literacy of the Population and Developing Financial Education in the Russian Federation"]. (In Russian.) Available at: https://vashifinancy.ru/

2. Proekt "Natsional'naya strategiya povysheniya finansovoj gramotnosti 2017–2023 gg." [Project "The National Strategy for Improving the Financial Literacy 2017–2023"]. (In Russian.) Available at: https://www.minfin.ru/ru/document/?id_4=118377-proekt_natsionalnaya_strategiya_povysheniya_finansovoi_gramotnosti_2017-2023_gg.

3. *Muravin G. K., Muravina O. V.* Sbornik spetsial'nykh modulej po finansovoj gramotnosti dlya UMK po matematike 5 klassa [Collection of special modules on financial literacy for teaching materials in mathematics for grade 5]. Moscow, Drofa, 2017. 42 p. (In Russian.)

4. *Muravin G. K., Muravina O. V.* Sbornik spetsial'nykh modulej po finansovoj gramotnosti dlya UMK po algebre i nachalam matematicheskogo analiza 10 klassa [Collection of special modules on financial literacy for the CMC on algebra and the principles of mathematical analysis for grade 10]. Moscow, Drofa, 2017. 38 p. (In Russian.)

5. *Akimov D. V.* Zadaniya po ehkonomike: ot prostykh do olimpiadnykh [Tasks on economics: from ordinary to olympiad]. Moscow, Vita-Press, 2008. 320 p. (In Russian.)

6. *Brekhova Yu. V., Almosov A. P., Zavyalov D. Yu.* Finansovaya gramotnost': materialy dlya uchashhikhsya 10–11 kl. [Financial literacy: materials for students of grades 10–11]. Moscow, Vita-Press, 2014. 400 p. (In Russian.)

7. *Brekhova Yu. V., Almosov A. P., Zavyalov D. Yu.* Finansovaya gramotnost': metodicheskie rekomendatsii dlya uchitelya [Financial literacy: Teacher guidelines]. Moscow, Vita-Press, 2014. 80 p. (In Russian.)

8. Izuchenie finansovoj gramotnosti na urokakh informatiki [Studying financial literacy at informatics lessons]. (In Russian.) Available at: http://edu.pacc.ru/finformatika/

9. Federal'nyj metodicheskij tsentr po finansovoj gramotnosti sistemy obshhego i srednego professional'nogo obrazovaniya [Federal methodological center for financial literacy of the system of general and secondary vocational education]. (In Russian.) Available at: https://fmc.hse.ru/

10. *Goryaev A., Chumachenko V.* Finansovaya gramota [Financial literacy]. Moscow, Citi Foundation, 2009. 106 p. (In Russian.)

11. *Lusardi A., Mitchell O. S.* Financial literacy around the world: an overview. *Journal of Pension Economics & Finance*, 2011, vol. 10, is. 4, p. 497–508. DOI: 10.1017/S1474747211000448

12. *Sergeeva T. F., Kalney V. A.* Osobennosti podgotovki uchitelya k formirovaniyu finansovoj gramotnosti obuchayushhikhsya [Features of teacher training in the formation of financial literacy of pupils]. *Vestnik RMAT — Vestnik RIAT*, 2015, no. 4, p. 76–79. (In Russian.) Available at: http://www.rmat.ru/wyswyg/file/about/vestnik/2015/4_2015_2.pdf

13. *Gubanova O. M., Rodionov M. A.* Sovremennyj urok informatiki v usloviyakh FGOS [A modern informatics lesson in the context of FSES]. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Penza State University*, 2015, no. 1, p. 18–21. (In Russian.) Available at: https://vestnik.pnzgu.ru/files/vestnik.pnzgu.ru/vestnik_pgu_1_9_2015.pdf

14. *Rodionov M. A., Akimova I. V., Gubanova O. M.* Formirovanie predmetnoj sostavlyayushhej professional'noj kompetentsii uchitelya informatiki [Formation of the subject-oriented component of the professional competence of computer science teachers]. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V. I. Vernadskogo — Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 2017, no. 2, p. 129–139. (In Russian.) DOI: 10.17277/voprosy.2017.02.pp.129-139

15. *Rodionov M. A., Gubanova O. M.* Osobennosti proektirovaniya metodicheskoj sistemy formirovaniya professional'nykh kompetentsij budushhego uchitelya informatiki i IKT [Design features of the methodological system for developing professional competencies of future teachers of computer science and ICT]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki — Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Social Sciences*, 2014, no. 4, p. 235–240. (In Russian.) Available at: http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik_soc/18115942_2014_-_4(36)_unicode/34.pdf

16. *Radchenko M. G., Khrustaleva E. Yu.* 1C:Predpriyatie 8.3. Prakticheskoe posobie razrabotchika. Primery i tipovye priemy [1C:Enterprise 8.3. Practical guide of the developer. Examples and typical techniques]. Moscow, 1C-Publishing, 2013. 965 p. (In Russian.)

17. *Tagaitseva S. G., Yurchenko T. V.* Razrabotka prikladnykh reshenij na platforme 1C:Predpriyatie 8 [Development of applied solutions on the platform 1C:Enterprise 8]. Nizhny Novgorod, NNSAGU, 2016. 84 p. (In Russian.) Available at: https://docplayer.ru/56632786-S-g-tagayceva-t-v-yurchenko-razrabotka-prikladnyh-resheniy-na-platforme-1s-predpriyatie-8-uchebnoe-posobie.html

18. *Panteleimonova A. V., Belova M. A., Bychkova D. D.* Podgotovka uchitelya informatiki s ispol'zovaniem obrazovatel'nogo kompleksa "1S:Shkola. Informatika, 10 kl." [Training of informatics teacher using the educational complex "1C:School. Informatics, 10 cl."]. Moscow, 1C Publishing, 2012. 287 p. (In Russian.)

19. *Mel'guj A. E., Meshkova N. O.* Ispol'zovanie programmnykh produktov "1C" pri organizatsii uchebnogo protsessa na spetsial'nosti "Bukhgalterskij uchet, analiz i audit" [The use of "1C" software products in the organization of the educational process in the specialty "Accounting, analysis and audit"]. *Vestnik BGU — BSU Herald*, 2009. no. 3, p. 110–115. (In Russian.) Available at: http://vestnik-brgu.ru/wp-content/numbers/v2009_3.pdf

20. *Dadyan E. G.* Primenenie innovatsionnykh tekhnologij v sisteme professional'nogo obrazovaniya [The use of innovative technologies in the vocational education system]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2014, no. 9, p. 60–62. (In Russian.)

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС «МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Уважаемые коллеги!

Издательство «Образование и Информатика», редакция журнала «Информатика в школе»
объявляют о проведении
Всероссийского конкурса «Модели и моделирование»

Конкурс проводится по двум номинациям:

1. Номинация для педагогов: Моделирование в школьном курсе информатики.

В номинации могут быть представлены методические материалы (оформленные в виде научно-методической статьи), посвященные различным аспектам преподавания темы «Моделирование и формализация» в школьном курсе информатики, а также использованию моделей и моделирования при обучении другим темам курса.

2. Номинация для учащихся: Создаем модель — познаем реальный мир.

В номинации могут быть представлены работы учащихся (тексты), рассказывающие о создании моделей (разными средствами) в рамках реализации творческих проектов при изучении различных тем курса информатики, а также об использовании информационных технологий для создания моделей при изучении других предметов школьной программы.

Оргкомитет конкурса

Руководит конкурсом Организационный комитет (далее — Оргкомитет), состоящий из представителей Российской академии образования, ведущих методистов, членов редакционных коллегий журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе», сотрудников объединенной редакции журналов.

Цели и задачи конкурса

1. Выявление и поддержка талантливых педагогов.
2. Включение педагогов в деятельность по разработке нового содержания образования, новых педагогических технологий и методик обучения.
3. Выявление и распространение новых педагогических технологий, способствующих развитию интереса школьников к информатике и информационным технологиям.
4. Создание информационно-образовательного пространства на страницах журнала «Информатика в школе» по обмену и распространению опыта преподавания информатики.
5. Развитие интереса школьников к информатике и другим учебным дисциплинам.
6. Творческое развитие школьников, повышение их социальной активности, создание условий для самореализации.
7. Повышение информационной культуры и информационно-коммуникационной компетентности всех участников образовательного процесса — учащихся, педагогов, родителей.

Работы на конкурс принимаются с 1 марта по 10 мая 2020 года включительно. Работы, присланные позже этой даты, к участию в конкурсе допускаться не будут. Подача работ производится только через заполнение формы заявки на сайте ИНФО (необходима предварительная регистрация на сайте или авторизация для зарегистрированных пользователей).

Итоги конкурса будут подведены в № 5-2020 журнала «Информатика в школе», а также опубликованы на сайте издательства «Образование и Информатика».

Лучшие работы будут опубликованы в журнале «Информатика в школе».

Победители конкурса получат:

- диплом от издательства «Образование и Информатика»;
- электронную подписку на журнал «Информатика в школе» на 2020 год (педагоги — авторы и руководители работ);
- печатный экземпляр журнала «Информатика в школе» № 5-2020, в котором будут опубликованы итоги конкурса;
- авторский печатный экземпляр журнала «Информатика в школе» с опубликованной работой.

Подробную информацию
о требованиях к оформлению конкурсной работы и конкурсной заявки,
а также всю дополнительную информацию о конкурсе
вы можете найти на сайте издательства «Образование и Информатика»:
http://infojournal.ru/competition/model-2020/
а также получить в редакции ИНФО
по адресу: readinfo@infojournal.ru
и по телефону: (495) 140-19-86

ТЯЖЕЛАЯ И ЛЕГКАЯ ГЕЙМИФИКАЦИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ: ЧТО ВЫБРАТЬ?

Е. В. Карманова[1], **В. А. Шелеметьева**[1]

[1] ***Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова***
455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, д. 38

Аннотация

Статья посвящена вопросам реализации методов геймификации в образовательном процессе. Представлены характерные особенности легкой и тяжелой геймификации. Рассмотрена целесообразность использования геймификации при применении технологии электронного обучения. Предложена классификация курсов на базе тяжелой геймификации с учетом технологических особенностей разработки: курсы-презентации, курсы — компьютерные игры, VR/AR-курсы. Проиллюстрировано использование различных игровых элементов легкой геймификации на примере модуля «Level up! — Gamification» LMS Moodle. Возможности данного модуля может использовать в электронном курсе любой педагог, владеющий навыками работы с платформой Moodle.

Авторами представлен анализ разработки курса по обучению техникам продаж с применением технологий тяжелой и легкой геймификации, где оценивалась разработка курса на предмет ее трудоемкости, технологичности, требований к ресурсообеспечению. Результаты анализа показали, что разработка курсов с применением тяжелой геймификации требует намного больших финансовых и временных затрат, чем разработка курсов с применением легкой геймификации.

В статье оцениваются итоги образовательного интенсива «Остров 10–22», прошедшего в июле 2019 года в Сколково, в котором участвовали 100 вузовских команд, команды научно-образовательных центров, команды школьников — победителей конкурсов, олимпиад, хакатонов («Молодые таланты»). Результаты интенсива подтвердили эффективность применения методов легкой геймификации в обучении взрослых. Таким образом, выводы, представленные в данной статье, выявляют ряд преимуществ, которыми обладает легкая геймификация в сравнении с тяжелой.

Ключевые слова: геймификация, электронный курс, электронное обучение, тяжелая геймификация, легкая геймификация.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-20-27

Для цитирования:

Карманова Е. В., Шелеметьева В. А. Тяжелая и легкая геймификация при обучении: что выбрать? // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 20–27.

Статья поступила в редакцию: 5 ноября 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторах

Карманова Екатерина Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Россия; monitor81@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1807-5388

Шелеметьева Виктория Алексеевна, магистрант 2-го года обучения кафедры бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Россия; sheremeteva.v@list.ru; ORCID: 0000-0002-0158-607X

1. Введение

В настоящее время становится заметной тенденция к снижению эффективности методов, традиционно применяемых в образовательном процессе. Постоянный контроль деятельности обучающихся на занятиях, обязательный характер обучающих процедур приводят к тому, что учащиеся не осознают потребности изучения представляемого материала и его практической значимости [1].

Существуют различные способы повышения эффективности обучения, и один из самых перспективных подходов — это применение в процессе обучения современных образовательных технологий. В мировой и отечественной теории и практике образования накоплен значительный опыт по организации и реализации обучения, основанного на использовании компьютера и компьютерных обучающих программ. Многие исследователи, в том числе А. М. Бершадский [1], А. О. Колотыгина [2], С. И. Никитин [3], О. В. Орлова [4], K. Seaborn, D. I. Fels [5], С. К. Карауылбаев [6] полагают, что наиболее перспективными направлениями в данной области являются интерактивные компьютерные технологии, использующие игровые методы и техники в образовательных целях, а именно технологию геймификации.

Целесообразность применения технологии геймификации в образовательном процессе объясняется рядом причин:

- повышением вовлеченности и мотивации обучаемых, что способствует сокращению временны́х затрат на обучение;
- увеличением интенсивности усвоения и запоминания учебной информации;
- активным применением технологии электронного или смешанного обучения, в рамках которой педагогам предоставляются удобные технические инструменты организации игровой образовательной деятельности;
- получением обратной связи, а также накоплением большого массива образовательных данных, позволяющих провести анализ и скорректировать процесс обучения.

Отечественные и зарубежные педагоги в качестве основной цели применения геймификации называют вовлечение обучающихся в образовательный процесс, подобно тому как компьютерная игра вовлекает игрока.

В научно-педагогической литературе выделяются различные основания для классификации методов геймификации. В рамках нашего исследования была рассмотрена классификация с точки зрения реализации механики игры: ***тяжелая геймификация (hard gamification)*** и ***легкая геймификация (light gamification)***. Стоит отметить, что реализация тяжелой и легкой геймификации сегодня рассматривается именно в рамках организации технологии электронного обучения. Проанализируем подробнее данные виды применения игровых методик в контексте их внедрения в образовательный процесс.

2. Методы тяжелой и легкой геймификации

2.1. Реализация тяжелой геймификации в электронном обучении

Тяжелая геймификация характеризуется полным погружением обучаемого в игровое пространство и наличием четких временны́х ограничений, при этом участники принимают на себя игровую роль, задачу, оперируют игровыми ресурсами, следуют определенному игровому сценарию. Примерами тяжелой геймификации могут служить разнообразные онлайн-симуляторы, компьютерные тренажеры, курсы-квесты, специально спроектированные игры и т. д.

Особого внимания в данной области заслуживают **VR-тренажеры**, использующие возможности виртуальной реальности (Virtual Reality) для формирования практических навыков, в частности, следующие разработки:

- программно-аппаратный модуль с VR-тренажерами для школьников «Эвакуация при пожаре в школе», «Действия при пожаре дома», «Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера»*;
- хирургический симулятор для обучения студентов Surgera VR с очками дополненной реальности**;
- VR-игра The Hard Way для обучения поваров компании KFC***;
- VR-система компании Lincoln Electric для подготовки сварщиков**** и т. д.

Другим перспективным направлением развития данной области является применение технологий дополненной (Augmented Reality) и смешанной (Mixed Reality) реальности в образовательных целях, которое реализуется посредством мобильных устройств — планшетов или смартфонов [7, 8].

* http://project2030925.tilda.ws/#vr
** https://store.steampowered.com/app/763860/Surgera_VR/
*** https://www.oculus.com/experiences/rift/1727232890655019/
**** https://www.lincolnelectric.com/ru-ru/equipment/training-equipment/pages/vrtex360.aspx

В целом, опираясь на технологические особенности разработки, **курсы с тяжелой геймификацией можно разделить на следующие типы:**

- ***курсы-презентации:*** подразумевают послайдовую подачу материала с наличием персонажей/героев геймификации. Как правило, в подобных курсах используются ситуационные игры: телевизионные викторины, телешоу и др. Реализуются чаще всего с использованием специализированных конструкторов электронных курсов, где уже существуют шаблоны с элементами оформления, разработанные электронные герои и в целом элементы геймификации (iSpring Suite, Articulate 360, CourseLab, Adobe Captivate и др.);
- ***курсы — компьютерные игры:*** подразумевают ролевую игру с высокой степенью интерактивности и анимацией по типу MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game). Для разработки курсов данной категории требуется программирование всех элементов игры (игрового поля, персонажей, механик игры и т. д.), применяются игровые движки, библиотеки, фреймворки;
- ***курсы — приложения виртуальной (VR), дополненной (AR) или смешанной (MR) реальности:*** подразумевают частичное или полное погружение в виртуальный мир. Для разработки таких приложений необходимы навыки программирования, навыки использования игровых движков. Для организации процесса обучения необходимо специализированное аппаратное обеспечение (VR-шлемы, VR-очки, контроллеры и др.).

2.2. Реализация легкой геймификации в электронном обучении

Альтернативой тяжелой может служить легкая геймификация процесса обучения, ее внедрение отличается простотой, требует намного меньших временны́х и денежных затрат, поэтому легкая геймификация может быть реализована собственными силами педагога. Легкая геймификация предполагает фоновое погружение, отсутствие физических и временны́х границ, т. е. процесс обучения не превращается в игру, а дополняется теми или иными игровыми элементами. Таким образом, к ежедневному образовательному контексту добавляется ограниченный набор игровых механик — это, как правило, баллы, рейтинги, призы, соревновательные моменты, миссии и т. д. Перечисленные компоненты можно комбинировать между собой в соответствии с задачами обучения и особенностями целевой аудитории [2].

Поскольку, как было упомянуто выше, геймификация применяется в условиях электронного обучения, важным условием ее реализации является функциональность и возможности платформы электронного обучения. Анализ применения платформ электронного обучения показал, что одной из самых

Рис. 1. Уровни в модуле «Level up! — Gamification» LMS Moodle

популярных платформ в российском образовательном секторе является **LMS Moodle**. Об этом также свидетельствуют выводы, представленные в научных трудах ряда исследователей, в том числе С. М. Комаровой [9], Н. В. Михайловой [10], И. А. Петровой [11], Ж. Ж. Жакшылыкова, Н. А. Нурматова [12], Т. М. Лабушевой и др. [13].

LMS Moodle использует значки в качестве стандартного инструмента для реализации легкой геймификации, а также позволяет применять ряд модулей, не входящих в базовую комплектацию платформы, но свободно распространяемых и легко разворачиваемых в системе. Одним из таких модулей является **«Level up! — Gamification»**, который позволяет использовать элементы легкой геймификации в электронном курсе.

Основные функциональные возможности «Level up! — Gamification»:

- автоматически присваивает учащимся баллы за определенные действия;
- отображает текущий уровень и переход к следующему уровню;
- предоставляет отчет для преподавателей, содержащий сведения об уровне учащихся, проходящих курс;
- отправляет пользователям уведомления о повышении их уровня — всплывающее окно с поздравлениями;
- отображает «таблицу лидеров», иллюстрируя рейтинг обучающихся;
- предоставляет возможность настройки количества уровней, требуемых очков и их оформления;
- предусматривает разблокировку контента при достижении определенного уровня;
- отображает очки опыта, заработанные за курс.

Модуль позволяет настроить количество уровней, описание уровней и условия перехода на следующий уровень: количество баллов, картинку-значок, название-статус и краткое описание.

Например, на рисунке 1 представлены следующие критерии:

- 0 баллов — первый уровень «Новичок» (количество баллов задается по умолчанию);
- 30 баллов — второй уровень «Начинающий»;
- 2500 баллов — третий уровень «Просвещенный»;
- 6700 баллов — четвертый уровень «Знаток»;
- 10 000 баллов — пятый уровень «Гуру».

3. Результаты исследования

3.1. Трудоемкость разработки курсов с тяжелой и легкой геймификацией

Представим трудоемкость разработки электронного курса для обучения техникам продаж с учетом реализации методов тяжелой и легкой геймификации. Курс рассчитан на 36 часов обучения, из них на теоретическую часть отводится 18 часов, на практическую часть — 14 часов, на блок контроля — 4 часа.

Для тяжелой геймификации был выбран курс с послайдовой подачей, созданный в виде презентации. Данный курс разработан в виде компьютерной игры — весь учебный материал, практические и контрольные задания реализованы внутри игрового сюжета.

Для создания курса использовались следующие технологии: содержательный анализ и информационная переработка материалов, графический дизайн, 3D-моделирование, программирование, тестирование и др.

Трудоемкость разработки отдельных элементов оценена экспертом компании, занимающейся производством образовательного контента для корпоративного обучения.

Также была оценена трудоемкость разработки курса по данной тематике с реализацией методов легкой геймификации и применением модуля «Level up! — Gamification» LMS Moodle.

Результаты оценки трудоемкости получены на основе подсчета практической деятельности разработчика контента и технического специалиста, занимающегося размещением контента на платформе Moodle. В таблице представлен анализ трудоемкости разработки курса с использованием методов тяжелой и легкой геймификации.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка курсов с применением тяжелой геймификации в образовательном процессе требует намного больших финансовых и временны́х затрат, чем с применением легкой геймификации, а также не обходится без привлечения сторонних специалистов — экспертов в данной области (веб-дизайнера, игромастера, 3D-моделера и др.).

3.2. Эффективность применения методов геймификации в процессе обучения

Необходимо отметить: некоторые исследователи утверждают, что положительный эффект от применения легкой геймификации существенно уступает

Таблица

Анализ трудоемкости разработки курса с использованием методов тяжелой и легкой геймификации

№ п/п	Виды работ	Тяжелая геймификация		Легкая геймификация	
		Кол-во часов	Примечания	Кол-во часов	Примечания
1	Реализация дизайна курса	40	Предварительно разрабатываются три варианта дизайна в соответствии с брендбуком заказчика для утверждения одного из них заказчиком	0	Используется стандартный дизайн электронного курса платформы
2	Доработка контента курса	150	Контент предоставляется заказчиком, но дорабатывается специалистами (не более 150 страниц)	8	Для разработанного учебного контента объемом 150 страниц, работа с глоссарием, оформление схем, таблиц
3	Реализация контента	600	Реализация до 200 многослойных слайдов	15	Размещение в LMS Moodle в виде элементов «Лекция»
4	Разработка тестовых заданий	54	Тестовые задания разрабатываются специалистами организации-разработчика (180 вопросов)	12	Тестовые задания на множественный выбор, открытые вопросы, вопросы на сопоставление (80–100 вопросов)
5	Реализация тестовых заданий	54	Реализация в курсе 180 тестовых вопросов	3	Размещение тестовых заданий в банк вопросов LMS Moodle, создание и настройка прохождения тестов (8–10 тестов)
6	Разработка практических заданий	80	Практические задания с автоматизированной проверкой и оценкой результатов выполнения задания (40 практических заданий)	6	Формулировка заданий, оформление требований к заданиям. Количество практических заданий — 3. Оценка выполнения практических заданий реализуется преподавателем — наставником курса, не подразумевает автоматизированную оценку
7	Реализация практических заданий	80	Реализация 40 практических заданий	0,5	Размещение в LMS Moodle, настройка параметров выполнения
8	Разработка графического контента для элементов геймификации	—	Изображения предоставляются заказчиком	20	Разработка дизайна элементов для модуля «Level up! — Gamification» (до 10 элементов)
9	Реализация графического контента для элементов геймификации	24	Реализация в курсе изображений	1	Настройка модуля «Level up! — Gamification»
10	ИТОГО:	1082	ИТОГО:	65,5	

результатам, которые позволяет достичь внедрение тяжелой геймификации в образовательный процесс. Например, К. Вербах и Д. Хантер [14] утверждают, что применение PBL-элементов (от *англ.* P — points (очки), B — badges (бейджи), L — leaderboards (рейтинги лидеров)) может иметь место, однако, чтобы получить максимальную пользу от геймификации, использования только PBL недостаточно. Авторы цитируют слова британской разработчицы игр Маргарет Робертсон: «Очки и бейджи имеют такое же слабое отношение к игре, как и к сайтам, приложениям для фитнес-тренировок и дисконтным карточкам... Это наименее важные элементы игры, редко связанные с сильными когнитивными, эмоциональными и социальными мотиваторами, которые движут любителями игр» [14]. Однако значимость легкой геймификации была продемонстрирована в исследованиях А. И. Говорова и др. [15], Е. В. Кармановой и др. [16–18], где в ходе экспериментов было доказано существенное увеличение уровня обученности учащихся в условиях применения геймификации.

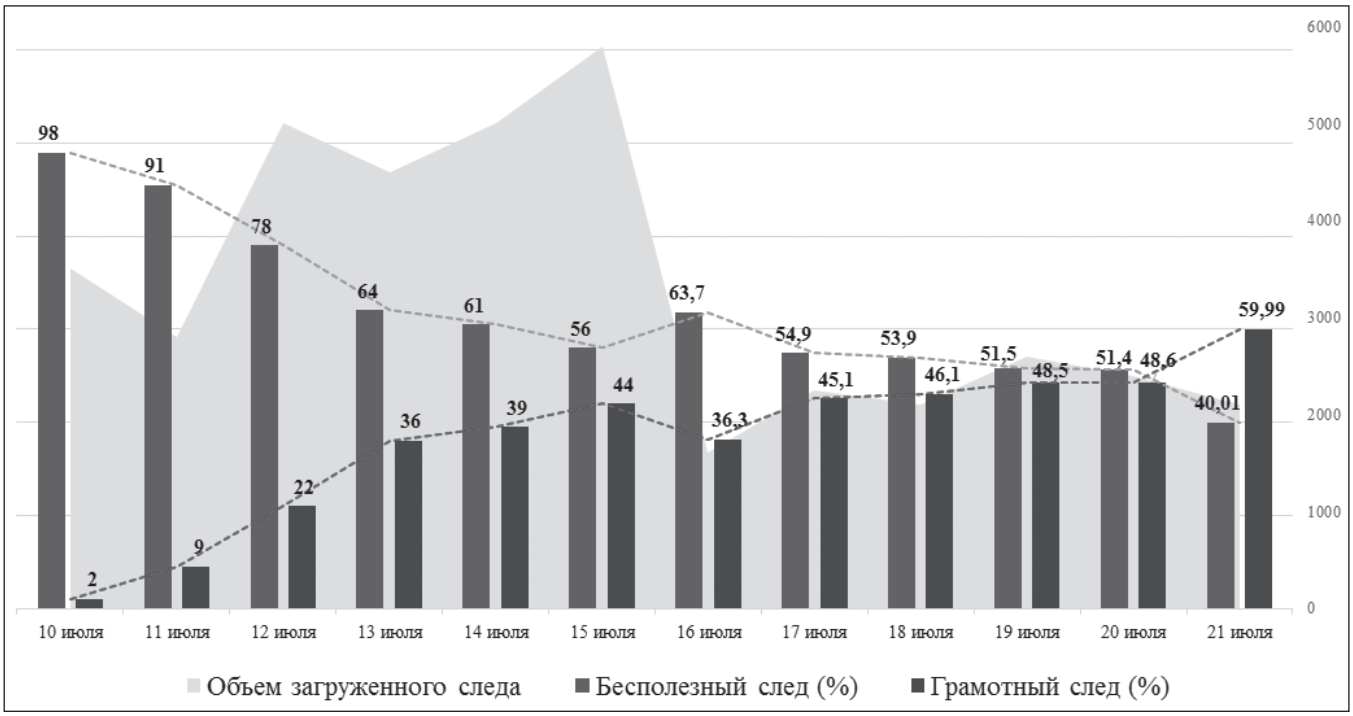


Рис. 2. Самозагружаемый цифровой след участников интенсива «Остров 10–22»

Рассмотрим **пример реализации геймификации в образовательном интенсиве «Остров 10–22»**, проведенном в июле 2019 года в Сколково, где участниками стали 100 вузовских команд, команды научно-образовательных центров (НОЦ), а также команды школьников — победителей конкурсов, олимпиад, хакатонов («Молодые таланты»). В течение 12 дней участники ежедневно обучались на различных мастер-классах, интенсивах, семинарах, тренингах, в лабораториях, клубах мышления и др. Организаторы «Острова 10–22» активно применяли элементы легкой геймификации: таблицы с рейтингами вузов, красные и зеленые карточки для участников команд, баллы — электронные деньги для записи на интересные лаборатории и мастер-классы, методы ставок. Анализ применяемых игровых механик показал высокий мотивационный эффект при организации образовательного интенсива — команды вузов стремились получать как можно больше зеленых карточек, получение красных карточек дисциплинировало участников.

Одним из масштабируемых инструментов интенсива было накопление цифрового следа (информационных данных, фиксации речи и достижений, биометрических данных участников) для постоянного обучения искусственного интеллекта и уточнения траекторий развития. На рисунке 2 показана статистика объема загружаемого цифрового следа: его резкое увеличение 12–15 июля связано с желанием участников получить как можно больше зеленых

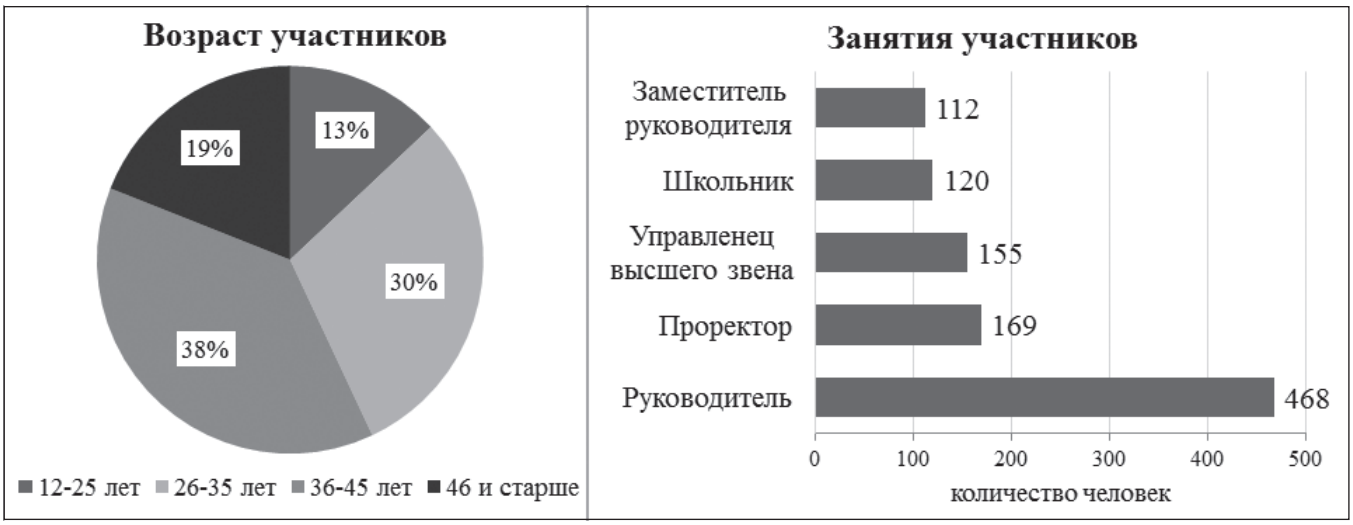


Рис. 3. Распределение участников интенсива «Остров 10–22» по возрасту и занятиям

карточек. Кроме того, данная диаграмма иллюстрирует сокращение загрузок бесполезного следа (малосодержательные изображения, неинформативный текст) при стабильном увеличении грамотного следа, что подтверждает эффективность применения методов геймификации для поощрения желательного поведения и дестимулирования нежелательного.

В интенсиве приняли участие около 1,5 тысячи человек, больше тысячи из них — члены вузовских команд, более 100 — школьники, порядка 20 — представители стартапов. Наглядно занятия и возрастной состав участников «Острова 10–22» демонстрируют диаграммы, представленные на рисунке 3.

Несмотря на то что основной категорией участников интенсива были руководители и управленцы, а средний возраст участников — около 40 лет [19], применение элементов геймификации способствовало увеличению уровня вовлеченности. Данное наблюдение свидетельствует о положительном воздействии игры не только на учащихся младшего и среднего возраста, но и на взрослых.

4. Заключение

Таким образом, анализ реализации технологии геймификации в образовательном процессе позволил прийти к следующим выводам:

- применение геймификации в учебном процессе связано с реализацией технологии электронного обучения;
- реализация тяжелой геймификации позволяет организовать полное обучение по принципу компьютерной игры, однако процесс разработки соответствующих электронных курсов трудоемок и имеет высокую стоимость;
- реализовать легкую геймификацию в современных платформах электронного обучения может любой педагог, владеющий навыками работы с основным функционалом платформы;
- легкая геймификация требует меньших временны́х и финансовых затрат на разработку игровых курсов, а также оказывает значительный положительный эффект на вовлеченность и мотивацию учащихся.

Список использованных источников

1. *Бершадский А. М., Янко Е. Е.* Игровые компьютерные технологии в системе образования // Современная техника и технологии. 2016. № 9. С. 22–27. http://technology.snauka.ru/2016/09/10429

2. *Колотыгина А. О., Сидоренко Е. Б.* Использование геймификации в обучении студентов вузов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. Т. 1. № 1. С. 124–128. http://intjournal.ru/ispolzovanie-gejmifikatsii-v-obuchenii-studentov-vuzov/

3. *Никитин С. И.* Геймификация, игрофикация, играизация в образовательном процессе // Молодой ученый. 2016. № 9. С. 1159–1162. https://moluch.ru/archive/113/28806/

4. *Орлова О. В., Титова В. Н.* Геймификация как способ организации обучения // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2015. № 9. С. 60–64. https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2015&issue=9&article_id=5508

5. *Seaborn K., Fels D. I.* Gamification in theory and action: A survey // International Journal of Human Computer Studies. 2015. Vol. 74. P. 14–31. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006

6. *Карауылбаев С. К.* Педагогические основы использования компьютерных учебно-деловых игр в обучении в вузе: дис. ... канд. пед. наук. М., 2015. 175 с.

7. *Курзаева Л. В., Масленникова О. Е., Белобородов Е. И., Копылова Н. А.* К вопросу о применении технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 216. http://science-education.ru/ru/article/view?id=27285

8. *Уваров А. Ю.* Технологии виртуальной реальности в образовании // Наука и школа. 2018. № 4. С. 108–117.

9. *Комарова С. М.* Организация интерактивного обучения компьютерному моделированию с использованием СДО Moodle // Научное мнение. 2016. № 1-2. С. 117–121.

10. *Михайлова Н. В.* Электронная обучающая среда Moodle как средство организации асинхронной самостоятельной работы студентов вуза: дис. ... канд. пед. наук. Оренбург, 2012. 233 с.

11. *Петрова И. А.* Моделирование организации самостоятельной работы студентов в информационно-образовательной среде вуза с использованием системы Moodle // Практико-ориентированное обучение в профессиональном образовании: проблемы и пути развития. Материалы Научно-практической конференции, проводимой в рамках XVIII Международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева. Красноярск: СибГУ, 2014. Ч. 3. С. 314–317. https://disk.sibsau.ru/website/reshetnevsite/materials/2014.3.pdf

12. *Jakshylykov J. J., Nurmatov N. A.* Integration challenges of university and information management system (uims) to Moodle // Интеграция образования. 2016. № 2. С. 158–163. DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.158-163

13. *Лабушева Т. М., Ямских Т. Н., Слепченко Н. Н.* Геймификация как средство повышения мотивации студентов и ее реализация в системе электронного образования на платформе LMS Moodle // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2017. № 8-1. С. 188–190. http://www.gramota.net/materials/2/2017/8-1/57.html

14. *Вербах К., Хантер Д.* Вовлекай и властвуй. Игровое мышление на службе бизнеса. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 224 с. https://www.mann-ivanov-ferber.ru/books/igrajte-i-pobezhdajte/

15. *Говоров А. И., Говорова М. М., Валитова Ю. О.* Оценка актуальности разработки методов использования средств геймификации и игровых технологий в системах управления обучением // Компьютерные инструменты в образовании. 2018. № 2. С. 39–54. http://www.ipo.spb.ru/journal/index.php?article/2029/

16. *Карманова Е. В.* Особенности реализации смешанного обучения с использованием среды Moodle // Информатика и образование. 2018. № 8. С. 43–50. DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-8-43-50

17. *Карманова Е. В.* Применение геймификации при организации электронного обучения (на примере учебного курса «Информационные системы и технологии») // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 76-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2018. Т. 2. С. 457. https://www.magtu.ru/attachments/article/2742/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%202_2018.pdf

18. *Карманова Е. В., Старков А. Н., Викулина В. В.* Возможности применения технологии геймификации при реализации электронного обучения в вузе // Перспективы Науки и Образования. 2019. № 4. С. 462–472. DOI: 10.32744/pse.2019.4.35

19. Образовательный интенсив «Остров 10–22». https://ostrov.2035.university/

HARD AND LIGHT GAMIFICATION IN EDUCATION: WHICH ONE TO CHOOSE?

E. V. Karmanova[1], V. A. Shelemetyeva[1]

[1] Nosov Magnitogorsk State Technical University
455000, Russia, Chelyabinsk Region, Magnitogorsk, prospekt Lenina, 38

Abstract

The article is devoted to the implementation of gamification methods in the educational process. The characteristic features of light and hard gamification are presented. The appropriateness of using gamification when applying e-learning technology is considered. Classification of courses based on hard gamification taking into account the technological features of development is proposed: courses-presentations, courses — computer games, VR/AR courses. The article also illustrates the use of various game elements of easy gamification using the example of the module "Level up! — Gamification" of the Moodle LMS. The capabilities of this module can be used in an electronic course by any teacher who has the skills of working with the Moodle.

The authors present the analysis of the development of a training course in sales techniques using hard and light gamification technologies, where the course development was assessed for its complexity, manufacturability, and resource requirements. The results of the analysis showed that the development of courses using hard gamification requires much more financial and time-consuming than the development of courses using light gamification.

The article evaluates the results of the educational intensiveness intense "Island 10–22", held in July 2019 in Skolkovo, in which 100 university teams, teams of research and educational centers, teams of schoolchildren — winners of competitions, olympiads, hackathons ("Young Talents") participated. The results of the intense confirmed the effectiveness of the use of light gamification methods in adult training. Thus, the conclusions presented in the article reveal a number of advantages that light gamification has in comparison with hard gamification

Keywords: gamification, electronic course, e-learning, hard gamification, light gamification.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-20-27

For citation:

Karmanova E. V., Shelemetyeva V. A. Tyazhelaya i legkaya gejmifikatsiya pri obuchenii: chto vybrat'? [Hard and light gamification in education: Which one to choose?]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 20–27. (In Russian.)

Received: November 5, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the authors

Ekaterina V. Karmanova, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Business Informatics and Information Technologies, Power Engineering and Automated Systems Institute, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia; monitor81@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1807-5388

Viktoria A. Shelemetyeva, 2nd year master student at the Department of Business Informatics and Information Technologies, Power Engineering and Automated Systems Institute, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia; sheremeteva.v@list.ru; ORCID: 0000-0002-0158-607X

References

1. *Bershadsky A. M., Yanko E. E.* Igrovye komp'yuternye tekhnologii v sisteme obrazovaniya [Playing computer technologies in the education system]. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii — Modern Technics and Technologies*, 2016, no. 9, p. 22–27. (In Russian.) Available at: http://technology.snauka.ru/2016/09/10429

2. *Kolotygina A. O., Sidorenko E. B.* Ispol'zovanie gejmifikatsii v obuchenii studentov vuzov [The use of gamification in training students]. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk — International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 2016, vol. 1, no. 1, p. 124–128. (In Russian.) Available at: http://intjournal.ru/ispolzovanie-gejmifikatsii-v-obuchenii-studentov-vuzov/

3. *Nikitin S. I.* Gejmifikatsiya, igrofikatsiya, igraizatsiya v obrazovatel'nom protsesse [Gamification, gameization in the educational process]. *Molodoj uchenyj — Young Scientist*, 2016, no. 9, p. 1159–1162. (In Russian.) Available at: https://moluch.ru/archive/113/28806/

4. *Orlova O. V., Titova V. N.* Gejmifikatsiya kak sposob organizatsii obucheniya [Gamification as a way of learning organization]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta — Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2015, no. 9, p. 60–64. (In Russian.) Available at: https://vestnik.tspu.edu.ru/archive.html?year=2015&issue=9&article_id=5508

5. *Seaborn K., Fels D. I.* Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human Computer Studies*, 2015, vol. 74, p. 14–31. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006

6. *Karauylbaev S. K.* Pedagogicheskie osnovy ispol'zovaniya komp'yuternykh uchebno-delovykh igr v obuchenii v vuze: dis. … kand. ped. nauk [Pedagogical fundamentals of the use of computer-based educational and business games in university education. Cand. ped. sci. diss.]. Moscow, 2015. 175 p. (In Russian.)

7. *Kurzaeva L. V., Maslennikova O. E., Beloborodov E. I., Kopylova N. A.* K voprosu o primenenii tekhnologii virtual'noj i dopolnennoj real'nosti v obrazovanii [To the question of the application of virtual and augmented reality technology in education]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya — Modern Problems of Science and Education*, 2017, no. 6, p. 216. (In Russian.) Available at: http://science-education.ru/ru/article/view?id=27285

8. *Uvarov A. Yu.* Tekhnologii virtual'noj real'nosti v obrazovanii [Virtual reality technologies in education]. *Nauka i shkola — Science and School*, 2018, no. 4, p. 108–117. (In Russian.)

9. *Komarova S. M.* Organizatsiya interaktivnogo obucheniya komp'yuternomu modelirovaniyu s ispol'zovaniem SDO Moodle [Organisation of interactive learning of computer modelling by means of LMS Moodle]. *Nauchnoe mnenie — Scientific Opinion*, 2016, no. 1-2, p. 117–121. (In Russian.)

10. *Mikhailova N. V.* Ehlektronnaya obuchayushhaya sreda Moodle kak sredstvo organizatsii asinkhronnoj samostoyatel'noj raboty studentov vuza: dis. … kand. ped. nauk [Electronic learning environment Moodle as a means of organizing asynchronous independent work of university students. Cand. ped. sci. diss.]. Orenburg, 2012. 233 p. (In Russian.)

11. *Petrova I. A.* Modelirovanie organizatsii samostoyatel'noj raboty studentov v informatsionno-obrazovatel'noj srede

vuza s ispol'zovaniem sistemy Moodle [Modeling the organization of independent work of students in the educational environment of the university system using Moodle]. *Praktiko-orientirovannoe obuchenie v professional'nom obrazovanii: problemy i puti razvitiya. Materialy Nauchno-prakticheskoj konferentsii, provodimoj v ramkakh XVIII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii, posvyashhennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M. F. Reshetneva [Practice-oriented training in vocational education: problems and development paths. Proc. Scientific and Practical Conf. held as part of the XVIII Int. Scientific Conf. dedicated to the 90th birthday of the General Designer of Rocket and Space Systems Academician M. F. Reshetnev]*. Krasnoyarsk, SibSAU, 2014, part 3, p. 314–317. (In Russian.) Available at: https://disk.sibsau.ru/website/reshetnevsite/materials/2014.3.pdf

12. *Jakshylykov J. J., Nurmatov N. A.* Integration challenges of university and information management system (uims) to Moodle. *Integratsiya obrazovaniya — Integration of Education*, 2016, no. 2, p. 158–163. DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.158-163

13. *Labusheva T. M., Yamskikh T. N., Slepchenko N. N.* Gejmifikatsiya kak sredstvo povysheniya motivatsii studentov i ee realizatsiya v sisteme ehlektronnogo obrazovaniya na platforme LMS Moodle [Gamification as a means to motivate students and its realization in the electronic education system based on LMS Moodle platform]. *Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki — Philological Sciences. Issues of Theory and Practice*, 2017, no. 8-1, p. 188–190. (In Russian.) Available at: http://www.gramota.net/materials/2/2017/8-1/57.html

14. *Verbach K., Hunter D.* Vovlekaj i vlastvuj. Igrovoe myshlenie na sluzhbe biznesa [Engage and conquer. Game thinking at the service of business]. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber, 2014. 224 p. (In Russian.) Available at: https://www.mann-ivanov-ferber.ru/books/igrajte-i-pobezhdajte/

15. *Govorov A. I., Govorova M. M., Valitova Yu. O.* Otsenka aktual'nosti razrabotki metodov ispol'zovaniya sredstv gejmifikatsii i igrovykh tekhnologij v sistemakh upravleniya obucheniem [Assessment of relevance of developing methods for using gamification tools and gaming technology in the management systems of training]. *Kompjuternye instrumenty v obrazovanii — Computer Tools in Education journal*, 2018, no. 2, p. 39–54. (In Russian.) Available at: http://www.ipo.spb.ru/journal/index.php?article/2029/

16. *Karmanova E. V.* Osobennosti realizatsii smeshannogo obucheniya s ispol'zovaniem sredy Moodle [The features of organizing blended learning using LMS Moodle]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 8, p. 43–50. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-8-43-50

17. *Karmanova E. V.* Primenenie gejmifikatsii pri organizatsii ehlektronnogo obucheniya (na primere uchebnogo kursa "Informatsionnye sistemy i tekhnologii") [The use of gamification in the organization of e-learning (on example of the training course "Information Systems and Technologies")]. *Aktual'nye problemy sovremennoj nauki, tekhniki i obrazovaniya. Tezisy dokladov 76-j mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferentsii [Actual problems of modern science, technology and education. Proc. 76th Int. Scientific and Technical Conf.]*. Magnitogorsk, NMSTU, 2018, vol. 2, p. 457. (In Russian.) Available at: https://www.magtu.ru/attachments/article/2742/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%202_2018.pdf

18. *Karmanova E. V., Starkov A. N., Vikulina V. V.* Vozmozhnosti primeneniya tekhnologii gejmifikatsii pri realizatsii ehlektronnogo obucheniya v vuze [The possibilities of applying gamification technology in the implementation of e-learning at the university]. *Perspektivy Nauki i Obrazovaniya — Perspectives of Science and Education*, 2019, no. 4, p. 462–472. (In Russian.) DOI: 10.32744/pse.2019.4.35

19. Obrazovatel'nyj intensiv "Ostrov 10–22" [Educational intensive "Island 10–22"]. (In Russian.) Available at: https://ostrov.2035.university/

НОВОСТИ

В России впервые выдадут цифровые дипломы на блокчейне

Пензенский государственный университет (ПГУ) первым среди российских вузов начнет предоставлять своим выпускникам электронные дипломы. Электронные версии документов об образовании с 2020 года будут получать выпускники кафедры информационного обеспечения, управления и производства (ИнОУП). В электронных дипломах будут учтены квалификации и специализация студентов, их практика и успеваемость.

По словам Людмилы Фионовой, доктора технических наук, профессора, декана факультета вычислительной техники ПГУ, по итогам тестирования на кафедре ИнОУП технологию выдачи цифровых дипломов планируется масштабировать.

Техническое решение, обеспечивающее выдачу, хранение и проверку цифровых дипломов, создано компанией Credentia. Для его реализации был использован блокчейн (распределенный реестр) популярной сети Ethereum.

Технология, по заявлению представителей компании, гарантирует пожизненную проверяемость документа. Функционирование сети Ethereum поддерживается за счет большого числа ее физических узлов, или нод (более 100 тыс.). Чтобы любой диплом был гарантированно проверяем, достаточно одной действующей ноды, заверяют в компании. Одну такую ноду в рабочем состоянии поддерживает и Credentia.

Клиенты Credentia — образовательные организации — приобретают ПО, которое дает им инструменты по выпуску цифровых сертификатов для своих учащихся.

При выпуске электронного диплома или сертификата вуз, школа или другое учебное заведение удостоверяет документ с помощью цифровой подписи и добавляет в него данные, которые гарантируют его подлинность, — имя получателя, описание курса и прочие данные, включая примеры работ учащегося и результаты экзаменов.

Данные выпускников не хранятся публично, но при этом благодаря использованию технологии блокчейна любой заинтересованный может убедиться в аутентичности документа: проверить дату выпуска, криптографический ключ выпускающей организации и текущий статус документа, в случаях, если требуется подтверждение актуальности, например, был ли диплом отозван.

Важно отметить, что цифровой диплом на данный момент не является полноценной заменой диплому государственного образца на традиционном носителе. Полный отказ от выдачи бумажной версии документа об образовании требует внесения изменений в федеральное законодательство, говорят в Credentia.

(По материалам CNews)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Ю. В. Амелина[1], **Р. В. Амелин**[1]

[1] ***Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского***
410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Аннотация

В статье рассматриваются перспективы ролевых игр в образовательном процессе для повышения мотивации и вовлеченности студентов, а также возможности современных информационных технологий (в первую очередь, социальных сетей) для конструирования инновационных форм таких игр. Представлен авторский формат ролевой игры в жанре «живой квест», разработанный и апробированный в Саратовском государственном университете. Он предполагает интеграцию многочисленных учебных задач в единый сюжет, в рамках которого каждый участник играет свою роль и коммуницирует с другими участниками для выполнения заданий. Основное взаимодействие, развитие сюжета и групповые активности происходят в диалогах, беседах и в группах социальных сетей. Данный подход показал свою состоятельность при преподавании правовых дисциплин, а также имеет перспективы для применения в ИТ-образовании.

Ключевые слова: мотивация, вовлеченность, командная работа, ролевые игры, информационные технологии в образовании.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-28-33

Для цитирования:

Амелина Ю. В., Амелин Р. В. Перспективы использования современных технологий для повышения вовлеченности обучающихся // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 28–33.

Статья поступила в редакцию: 21 октября 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторах

Амелина Юлия Викторовна, старший преподаватель кафедры начального естественно-математического образования, факультет психолого-педагогического и специального образования, Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия; ulekkv@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9903-4216

Амелин Роман Владимирович, канд. юр. наук, доцент кафедры математической теории упругости и биомеханики, механико-математический факультет, Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия; ame-roman@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-7054-5757

1. Введение

Как справедливо отмечает Н. Г. Малошонок, отношение студентов к учебе играет фундаментальную роль в том, какие компетенции усвоит учащийся за время обучения [1]. Это отношение раскрывается через множество концептов, основными из которых являются мотивация и вовлеченность. Управление мотивацией означает, прежде всего, формирование ценностей и выстраивание когнитивных связей типа «учебный процесс — результат». Вовлеченность — более сложный, многофакторный и многомерный феномен, который исследуется учеными с различных точек зрения. Достаточно широкий обзор литературы на эту тему приводят Е. Ю. Литвинова и Н. В. Киселева [2]. На «стратегическом» уровне вовлеченность рассматривается в категориях приложенных усилий (ресурсы, время, энергия) и полученных результатов образовательного процесса; этот подход наиболее развит в зарубежных исследованиях по образовательному менеджменту [см., например, 3–5]. С точки зрения социально-психологического подхода (наиболее развит в сфере управления кадрами) вовлеченность означает активное взаимодействие с внешней средой и другими участниками деятельности, отношение к этим участникам и процессам [6]. В контексте конкретных видов учебной деятельности вовлеченность — это «такое взаимодействие индивида с внешней средой, при котором происходит осознанное восприятие стимулов окружающей среды, активное создание своей окружающей обстановки в противовес автоматизированному восприятию» [7].

Вовлеченность особенно важна в командной работе студентов, поскольку отчуждение одних участников коллаборации негативно действует на мотивацию других. При этом сама командная работа, совместная постановка целей и задач, решение задач с помощью командных методов способствуют повышению вовлеченности и закреплению знаний у обучающихся [8]. Навыки командной работы являются крайне востребованными среди работодателей и входят в перечень компетенций практически всех направлений высшего образования [9–11]. При этом в учебном процессе российских вузов преобладающую роль традиционно играют индивидуальные активности. Это приводит к тому, что большинство студентов слабо справляются с командной работой, испытывая тем больше затруднений, чем больше самоорганизации требуется от команды [12]. Решением данной проблемы может стать **увеличение удельного**

веса командных форм студенческой активности на семинарских занятиях по самым разным предметам, в том числе применение **деловых игр**. При этом для того, чтобы преодолеть психологический порог вовлеченности, важно искать такие форматы игр, которые положительно влияли бы и на краткосрочную, и на долгосрочную мотивацию студентов; влияние должен оказывать как сам процесс, так и его результаты, выражающиеся в формировании образовательных компетенций [13–15].

Традиционные командные активности основываются на общей цели, которая ставится перед группой студентов, подразумевает выполнение каждым студентом определенных задач и предполагает синергетический эффект от работы команды. Однако на практике студенты кластеризуются в три устойчивые группы: «активисты» (которые выполняют бóльшую часть работы), «участники» и «попутчики» (не вносящие никакого вклада в результат), причем численность первой группы обычно меньше, чем каждой из двух других. Перспективная форма противодействия такой кластеризации — **ролевые игры**, в которых за каждой ролью закрепляются индивидуальные задачи [16–18].

2. Эмпирический анализ

Формат «живой квест» предполагает единый сюжет, в рамках которого каждый участник играет свою роль и выполняет задания в рамках этой роли. Для выполнения заданий необходимо коммуницировать с другими участниками, обмениваться информацией и игровыми предметами, а также принимать решения о совершении тех или иных действий, влияющих на состояние игрового мира (решения сообщаются ведущему, который рассказывает другим участникам о последствиях, которые их затрагивают) [19]. Игра может быть неконкурентной, когда каждый участник гипотетически может достичь всех поставленных целей, но, как правило, многие цели взаимоисключающие, поэтому в игре будут победители и проигравшие. Результат зависит от принятых решений, успешной кооперации и разумного использования закрытой информации, которую каждый участник получает в рамках своей роли (в том числе информации о себе и о своих целях).

В рамках первого эксперимента формат «живой квест» был адаптирован нами для проведения семинарских занятий по различным дисциплинам, в первую очередь — по предмету «Информационное право». Юридические задачи, которые обычно разбираются на правовых семинарах, хорошо соотносятся с ролевой моделью, и единственным ограничением является малое число действующих лиц в каждой задаче (зачастую это всего два лица — стороны в судебном разбирательстве). Понадобилось надстроить над множеством задач общий сюжет и разработать многочисленные связки между задачами, чтобы усилить вовлеченность студентов: по замыслу каждое принятое решение и исход каждого индивидуального дела должен был некоторым образом влиять на положение иных участников игры.

Анализ семинарских занятий, проходивших в формате «живой квест» в течение двух лет, показал значительный успех в решении основной задачи — повышении мотивации и вовлеченности студентов. Число активных участников повысилось в среднем в два-три раза по сравнению с классическими формами семинарских занятий, достигая до 90 % аудитории. Однако пространственные, а главное, временны́е ограничения выявили **две существенных проблемы**.

Во-первых, даже в условиях сдвоенного семинарского занятия (4 академических часа) студенты не успевали освоить весь потенциал сюжета. Тесная взаимосвязь различных кейсов, которая являлась главным преимуществом формата, оказалась и главным недостатком. Студенты не успевали приступить к решению ряда задач, которые зависели от сюжетной ситуации, возникающей после действий и решений других участников, если последние работали недостаточно быстро, и из-за этого не могли набрать максимальный балл, что, конечно, действовало на них деморализующе. Участникам в принципе требовалось много времени на подготовительные действия и начальную коммуникацию. Даже простые задачи, которые, по замыслу авторов, должны были быстро решаться и давать стимул к сюжетному развитию других задач, занимали половину игры. Студенты полностью адаптировались и начинали активно работать только к концу семинара.

Во-вторых, формат ролевой игры предполагал постоянное общение студентов в различных группах — для обмена закрытой информацией, выработки стратегии в судебных кейсах и т. д. Студентам требовалось свободно перемещаться по аудитории и выходить наружу для конфиденциальных бесед. На практике эти пространственные ограничения не вызвали значительных проблем, но зависимость от подходящего аудиторного фонда была очевидной.

Однако, на наш взгляд, наиболее значительной проблемой оказалась глубокая дискретизация учебного процесса. Участники были вовлечены в те ситуации, которые затрагивали их роли, и почти не интересовались происходящим параллельно. Попытка вести публичные «судебные заседания» по всем игровым кейсам сделала «суд» узким местом игры — тем более получалось, что большинство дел «сдаются в суд» одновременно и в конце семинара.

Поэтому был принят подход с ретроспективным разбором всех ситуаций и анализом принятых решений на последующих семинарских занятиях. Студенты обсуждали кейсы намного активнее, чем на классических семинарах, но по сравнению с процессом самой игры вовлеченность значительно снижалась.

Второй эксперимент расширял рамки первого, разбивая игру на несколько семинарских занятий и позволяя студентам коммуницировать и готовиться к публичным процессам (в основном «судам») между ними. Студенты активно использовали для коммуникации друг с другом, а также с преподавателем социальные сети, в том числе сообщая о принимаемых решениях, важных для развития сюжета, не

дожидаясь семинара. Игра становилась менее динамичной, но при этом доводились до конца почти все заложенные в нее задачи и кейсы.

Накопленный опыт позволил **переработать формат, полностью переориентировав его на современные коммуникационные технологии и в первую очередь на социальные сети.**

3. Результат

Разработанный авторами **формат проведения семинарских занятий в жанре «живой квест» на платформе социальных сетей** в окончательной редакции выглядит следующим образом.

1. На установочном занятии студентам объясняются правила игры и распределяются роли. Роли распределяются случайным образом, при этом они заранее делятся на две категории, которые предлагаются к выбору. Активные роли являются ключевыми для сюжета, своевременное выполнение задач в рамках такой роли важно для других участников. Студенты предупреждаются о повышенной ответственности при выборе активных ролей и о возможности заработать больше баллов в процессе игры. Менее активные роли позволяют принять участие в общей игре, но несвоевременное решение задач не будет критичным для сюжета. К каждой роли прилагаются ее предыстория и описание целей, которых необходимо достичь в процессе игры. Это закрытая информация. Студенты могут делиться ею друг с другом по своему усмотрению, единственное правило — запрещено демонстрировать друг другу оригинальные распечатки для подтверждения (студенты должны исходить из возможности предоставления друг другу неполной или искаженной информации). Роли пронумерованы. В выдаваемой каждому студенту закрытой информации о роли указаны номера его «знакомых» (о которых он имеет некоторую информацию). После распределения ролей публикуется список всех участников с номерами ролей, это позволяет установить начальные связи.

2. Общим связующим звеном между многочисленными ситуациями (учебными кейсами) с узким кругом участников являются проживание в одном городе, несколько общих сюжетных линий и несколько крупных организаций, в которых, согласно сюжету, работают большинство участников. Часть ролей изначально публичны и известны всем участникам. В первую очередь, это коллективы судей (у большинства из них нет скрытых задач, их обязанность — обеспечить проведение всех судебных заседаний в игре и вынести решение по каждому дошедшему до суда кейсу), адвокатов, правоохранителей. Особая роль отводится журналистам. Их основная задача — регулярно общаться с каждым, собирать информацию обо всех происходящих в городе событиях и еженедельно публиковать в социальной сети свежий выпуск газеты. Это позволяет вовлекать студентов в обсуждение кейсов, которые непосредственно не затрагивают их роли.

3. В социальной сети (обычно это сеть «ВКонтакте») создается общая группа, где размещаются список участников и выпуски газеты (первый, установочный, выпуск публикуется в начале игры), графики судебных заседаний. Сами судебные заседания организуются с помощью механизма бесед. В каждую такую беседу приглашаются стороны дела, преподаватель, журналисты, а также любой гражданин, изъявивший желание присутствовать.

4. Помимо непосредственной коммуникации между участниками в игре предусмотрены два основных вида активности: подготовка документов и принятие решений. Подготовка документов ведется ко всем стадиям судебных споров заинтересованными сторонами, а также в рамках отдельных кейсов (объяснительные, жалобы, отчеты и т. д.). Документы предъявляются участникам, представляющим соответствующие инстанции, а также преподавателю. Каждый подготовленный документ, помимо влияния на игру, оценивается и вносит вклад в итоговый балл студента.

5. Принятие решения заключается в сообщении преподавателю в любой момент игры о некотором действии. Большинство действий предусмотрено ролью, например, полицейский может арестовать любого гражданина или заявить, что вычислил преступника (его основная цель). Однако наибольший потенциал данного формата раскрывают произвольные, творческие действия. Например, полицейский может установить наблюдение за гражданином или запросить данные в архиве. В этих случаях преподаватель: а) оценивает допустимость действия с точки зрения логики и сохранения целостности сюжета; б) определяет время, необходимое для осуществления действия; в) сообщает о результате действия всем участникам, которых это действие может затронуть. Результат такого творческого действия, расширяющего запланированные границы игры, может определяться с привлечением случайного элемента и требует от преподавателя активного творчества, связанного с разработкой нового сюжета. Практика показывает, что возможность творческих действий открывают два-три студента из группы, но с ними может быть связана наиболее динамичная и вовлекающая часть игры. Эта особенность потенциально является узким местом формата, поскольку требует от преподавателя следить за игрой и оперативно реагировать на все запросы в течение двух месяцев. Когда участники быстро не получают обратную связь, их вовлеченность падает.

6. Сюжетную основу игры составляют многочисленные юридические ситуации, причем каждый участник должен быть вовлечен в несколько из них в различных качествах. Для создания динамики и поддержания вовлеченности некоторые ситуации должны развиваться поэтапно. Например, задача о нападении волков начинается с публикации в первом номере газеты заметки о том, что на окраине города дети прикормили волчат и волчата выросли. Эта новость фейковая, о чем сказано в роли ее автора, одного из журналистов. Другая роль соответствует пенсионерке, живущей на окраине. Спустя неделю после начала игры пенсионерка получает от преподавателя информацию, что в сумерках она приняла

кошку за волка и от испуга с ней случился инфаркт. Теперь пенсионерка или ее родственники должны расследовать дело о волках и добиться компенсации от журналистов.

7. Некоторые ситуации особенно важны для учебного процесса, требуют серьезной подготовки участников к суду и затрагивают множество ролей. Для таких судебных заседаний, по мере готовности к ним, может быть предусмотрено отдельное семинарское занятие с последующим анализом принятых решений.

8. Помимо учебных ситуаций в игру могут вводиться исключительно игровые сюжеты, предназначенные для поддержания интереса. Например, участникам может быть сообщено, что один из жителей — киллер, а полицейский должен будет его вычислить. Несмотря на позитивную обратную связь от студентов, подобные сюжеты следует использовать крайне дозированно.

9. Оптимальная продолжительность ролевой игры определена в два месяца, таким образом, она занимает вторую половину семестра, и итоги подводятся перед началом экзаменационной сессии. При этом большинство ситуаций получают сюжетное развитие и, в частности, доходят до судебной кульминации уже в последние две недели. В последние две недели возрастает также частота обращений к преподавателям и динамика игры в целом.

4. Заключение

Трехлетний опыт проведения заочных семинаров по юриспруденции в формате «живой квест» с использованием социальных сетей позволил достичь требуемых целей, связанных с повышением вовлеченности студентов. Число участников игры, настаивавших на выделении им какой-либо роли, варьировалось от 95 до 100 % обучающихся в группе. 75–85 % студентов с той или иной степенью регулярности выполняли свои задания, в том числе связанные с подготовкой документов и участием в судебных заседаниях. В среднем 50 % студентов полностью выполняли свои задачи. Число проваленных сюжетных линий (когда из-за инертности участников нужная ситуация не получила своего развития и другие студенты не смогли приступить к решению некоторых своих задач) составило 7 %. В то же время 10 % игровых ситуаций (в основном второстепенных) благодаря энтузиазму участников и оперативной поддержке преподавателей развились в самостоятельные сюжеты, в том числе на их основе были разработаны дополнительные задачи для последующего постоянного использования.

Данный подход был также адаптирован для проведения семинарских занятий по дисциплине «Правовые основы прикладной информатики» у бакалавров направлений «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика». При этом были сняты строгие формальные требования к качеству юридических документов и процессуальным аспектам судебных заседаний. Была усилена ИТ-составляющая сюжета, в частности, разработаны задания для ролей «программист», «хакер», «специалист по информационной безопасности». Выявлен высокий потенциал заданий, связанных с разработкой небольших программ, реально функционирующих в единой экосистеме. В формат игры хорошо ложится командная работа над ИТ-проектами (например, над созданием сайтов, баз данных и т. д.) [20]. В настоящий момент разрабатывается пакет заданий с программно-техническим уклоном. Кроме того, формат адаптируется для проведения семинарских занятий по дисциплине «Информационная безопасность».

Переход к техническим заданиям (разработать программу, найти ошибку в программе, спроектировать дизайн сайта и т. д.), хотя несколько уводит от жанра «живой квест», позволяет преодолеть одно из главных оставшихся ограничений — академическую закрытость. Практически весь сюжет и задания студентов держатся на поиске информации. Ключевые сведения распределены между участниками, и каждому доступна только информация, связанная с его ролью. Потенциальная возможность для любого студента получить описание иных ролей позволит ему получить преимущество над другими и значительно ослабит эффект формата, в том числе образовательный. По этой причине разработанные кейсы не могут быть размещены на открытых ресурсах, а это затрудняет академический обмен опытом.

В настоящее время разработанный авторами подход применяется лишь несколькими их коллегами в юридических вузах Саратова. Ведется работа над преодолением данного ограничения.

Список использованных источников

1. *Малошонок Н. Г.* Вовлеченность студентов в учебный процесс в российских вузах // Высшее образование в России. 2014. № 1. С. 37–44. https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/540

2. *Литвинова Е. Ю., Киселева Н. В.* Структурная модель вовлеченности обучающихся в непрерывное образование // Социальная психология и общество. 2016. Т. 7. № 3. С. 5–17. DOI: 10.17759/sps.2016070301

3. *Admiraal W., Wubbels T., Pilot A.* College teaching in legal education: teaching method, students' time-on-task, and achievement // Research in Higher Education. 1999. Vol. 40. No. 6. P. 687–704. DOI: 10.1023/A:1018712914619

4. *Coates H.* The value of student engagement for higher education quality assurance // Quality in Higher Education. 2005. Vol. 11. Is. 1. P. 25–36. DOI: 10.1080/13538320500074915

5. *Kuh G. D., Umbach P. D.* College and character: insights from the national survey of student engagement // New Directions for Institutional Research. 2004. Vol. 2004. Is. 122. P. 37–54. DOI: 10.1002/ir.108

6. *Чеглакова Л. М., Кабалина В. И.* Вовлеченность персонала: теоретические подходы, эмпирические результаты // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2016. № 1. С. 121–128. http://www.vestnik-soc.unn.ru/ru/nomera?anum=9587

7. *Tinto V.* Classrooms as communities: exploring the educational character of student persistence // The Journal of Higher Education. 1997. Vol. 68. No. 6. P. 599–623. DOI: 10.2307/2959965

8. *Гансуар К., Неретина Е. А., Корокошко Ю. В.* Опыт проектно-ориентированного обучения и органи-

зации командной работы студентов вуза // Интеграция образования. 2015. Т. 19. № 2. С. 22–30. DOI: 10.15507/Inted.079.019.201502.022

9. *Болгарина Е. В.* Формирование компетенции готовности к командной работе в процессе преподавания дисциплины «Программная инженерия» // Педагогика высшей школы. 2015. № 2. С. 27–29. https://moluch.ru/th/3/archive/7/235/

10. *Рыскулова М. Н.* Корпоративные компетенции студентов вуза // Педагогика. 2016. № 7. С. 34–37.

11. *Федоров А. Э., Метелев С. Е., Соловьев А. А., Шлякова Е. В.* Компетентностный подход в образовательном процессе. Омск: Омскбланкиздат, 2012. 210 с.

12. *Амелина Ю. В.* Организация дистанционной командной работы студентов ИТ-направлений // Информатика и образование. 2018. № 4. С. 42–45.

13. *Польщикова О. Н.* Использование деловых игр в преподавании школьного курса информатики: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2005. 143 с.

14. *Закирова Э. И.* Использование деловых игр в преподавании IT-дисциплин // Дискуссия. 2015. № 6. С. 142–146.

15. *Абрамова Г. А., Степанович В. А.* Деловые игры: теория и организация. М.: ИНФРА-М, 2018. 189 с.

16. *Игумнова Е. А., Радецкая И. В.* Квест-технологии в образовании. Чита: ЗабГУ, 2016. 163 с.

17. *Barnes L. B., Christensen C. R., Hansen A. J.* Teaching and the case method. Harvard Business Review Press, 1994. 352 p.

18. *Панина Т. С., Вавилова Л. Н.* Современные способы активизации обучения. М.: Академия, 2008. 176 с.

19. Questoria. Что такое ролевой квест? https://moscow.questoria.ru/role-quest

20. *Васючкова Т. С., Каличкин А. О., Борзилова Ю. С.* Инструментарий для организации командной учебной деятельности студентов с использованием среды web // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2016. Т. 14. № 4. С. 22–30.

PROSPECTS FOR THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES TO INCREASE STUDENT INVOLVEMENT

Iu. V. Amelina[1], **R. V. Amelin**[1]

[1] ***Saratov State University***
410012, Russia, Saratov, ul. Astrakhanskaya, 83

Abstract

The article discusses the prospects of role-playing games in the educational process to increase students' motivation and involvement, as well as the possibility of modern information technologies (primarily social networks) for constructing innovative forms of such games. The author's format of the live-action role-playing game is presented. It was developed and tested at the Saratov State University. It involves the integration of numerous educational tasks into a single plot, within which each participant plays a role and communicates with other participants to complete tasks. The main interaction, plot development and group activities occur in dialogs, conversations and groups of social networks. This approach has shown its viability in teaching legal disciplines, and also has prospects for use in IT education.

Keywords: motivation, involvement, teamwork, role-playing games, information technologies in education.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-28-33

For citation:

Amelina Iu. V., Amelin R. V. Perspektivy ispol'zovaniya sovremennykh tekhnologij dlya povysheniya vovlechennosti obuchayushhikhsya [Prospects for the use of modern technologies to increase student involvement]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 28–33. (In Russian.)

Received: October 21, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the authors

Iuliia V. Amelina, Senior Lecturer at the Department of Elementary Natural and Mathematical Education, Faculty of Pedagogical and Special Needs Education, Saratov State University, Russia; ulekkv@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9903-4216

Roman V. Amelin, Candidate of Sciences (Law), Associate Professor at the Department of Mathematic Theory of Elasticity and Biomechanics, Faculty of Mathematics and Mechanics, Saratov State University, Russia; ame-roman@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-7054-5757

References

1. *Maloshonok N. G.* Vovlechennost' studentov v uchebnyj process v rossijskih vuzah [Student engagement in learning in Russian universities]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2014, no. 1, p. 37–44. (In Russian.) Available at: https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/540

2. *Litvinova E. Yu., Kiseleva N. V.* Strukturnaya model' vovlechennosti obuchayushhikhsya v nepreryvnoe obrazovanie [Structural model of student involvement in continuing education]. *Sotsial'naia psikhologiia i obshchestvo — Social Psychology and Society*, 2016, vol. 7, no. 3, p. 5–17. (In Russian.) DOI: 10.17759/sps.2016070301

3. *Admiraal W., Wubbels T., Pilot A.* College teaching in legal education: teaching method, students' time-on-task, and achievement. *Research in Higher Education*, 1999, vol. 40, no. 6, p. 687–704. DOI: 10.1023/A:1018712914619

4. *Coates H.* The value of student engagement for higher education quality assurance. *Quality in Higher Education*, 2005, vol. 11, is. 1, p. 25–36. DOI: 10.1080/13538320500074915

5. *Kuh G. D., Umbach P. D.* College and character: insights from the national survey of student engagement. *New Directions for Institutional Research*, 2004, vol. 2004, is. 122, p. 37–54. DOI: 10.1002/ir.108

6. *Cheglakova L. M., Kabalina V. I.* Vovlechennost' personala: teoreticheskie podkhody, ehmpiricheskie rezul'taty [Employee engagement: theoretical approaches, empirical results]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki — Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Series: Social Sciences*, 2016, no. 1, p. 121–128. (In Russian.) Available at: http://www.vestnik-soc.unn.ru/ru/nomera?anum=9587

7. *Tinto V.* Classrooms as communities: exploring the educational character of student persistence. *The Journal*

of Higher Education, 1997, vol. 68, no. 6, p. 599–623. DOI: 10.2307/2959965

8. *Ganseuer C., Neretina E. A., Korokoshko Yu. V.* Opyt proektno-orientirovannogo obucheniya i organizatsii komandnoj raboty studentov vuza [Experience of project-oriented learning and organisation of teamwork among university students]. *Integratsiya obrazovaniya — Integration of Education*, 2015, vol. 19, no. 2, p. 22–30. (In Russian.) DOI: 10.15507/Inted.079.019.201502.022

9. *Bolgarina E. V.* Formirovanie kompetentsii gotovnosti k komandnoj rabote v protsesse prepodavaniya distsipliny "Programmnaya inzheneriya" [Formation of competence of readiness for team work in the process of teaching the discipline "Software Engineering"]. *Pedagogika vysshej shkoly — Higher Education Pedagogy*, 2015, no. 2, p. 27–29. (In Russian.) Available at: https://moluch.ru/th/3/archive/7/235/

10. *Ryskulova M. N.* Korporativnye kompetentsii studentov vuza [Corporate competencies of university students]. *Pedagogika — Pedagogy*, 2016, no. 7, p. 34–37. (In Russian.)

11. *Fedorov A. E., Metelev S. E., Soloviev A. A., Shlyakova E. V.* Kompetentnostnyj podkhod v obrazovatel'nom protsesse [Competency-based approach in the educational process]. Omsk, Omskblankizdat, 2012. 210 p. (In Russian.)

12. *Amelina Yu. V.* Organizatsiya distantsionnoj komandnoj raboty studentov IT-napravlenij [Organization of distance command work of IT students]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 4, p. 42–45. (In Russian.)

13. *Polshchikova O. N.* Ispol'zovanie delovykh igr v prepodavanii shkol'nogo kursa informatiki: dis. ... kand. ped. nauk [Use of business games in teaching a school course in computer science. Cand. ped. sci. diss.]. Moscow, 2005. 143 p. (In Russian.)

14. *Zakirova E. I.* Ispol'zovanie delovykh igr v prepodavanii IT-distsiplin [The use of business games in teaching IT-disciplines]. *Diskussiya — Discussion*, 2015, no. 6, p. 142–146. (In Russian.)

15. *Abramova G. A., Stepanovich V. A.* Delovye igry: teoriya i organizatsiya [Business games: Theory and organization]. Moscow, INFRA-M, 2018. 189 p. (In Russian.)

16. *Igumnova E. A., Radetskaya I. V.* Kvest-tekhnologii v obrazovanii [Quest technologies in education]. Chita, TSU, 2016. 163 p. (In Russian.)

17. *Barnes L. B., Christensen C. R., Hansen A. J.* Teaching and the case method. Harvard Business Review Press, 1994. 352 p.

18. *Panina T. S., Vavilova L. N.* Sovremennye sposoby aktivizatsii obucheniya [Modern ways to enhance learning]. Moscow, Akademiya, 2008. 176 p. (In Russian.)

19. Questoria. Chto takoe rolevoj kvest? [What is a role quest?]. (In Russian.) Available at: https://moscow.questoria.ru/role-quest

20. *Vasyuchkova T. S., Kalichkin A. O., Borzilova Yu. S.* Instrumentarij dlya organizatsii komandnoj uchebnoj deyatel'nosti studentov s ispol'zovaniem sredy web [Tools for organizing the students' command educational activity using the web environment]. *Vestnik NGU. Seriya: Informatsionnye tekhnologii — Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2016, vol. 14, no. 4, p. 22–30. (In Russian.)

НОВОСТИ

Россияне стали чаще сталкиваться с интернет-рисками

Microsoft представила результаты четвертого ежегодного исследования, посвященного культуре общения и личной безопасности в сети за 2019 год. На его основе был составлен рейтинг стран по индексу цифровой культуры (Digital Civility Index, DCI). Россия заняла 22-е место среди 25 стран-участниц: 79 % российских пользователей столкнулись с интернет-рисками в 2019 году, что превышает общемировой показатель в 70 % (также вырос на 4 %).

«Результаты исследования наглядно демонстрируют растущую потребность в обучении цифровой грамотности все большего числа пользователей. Необходимо предоставлять населению доступ к надежным каналам и материалам для развития цифровых компетенций», — комментирует результаты исследования Сергей Гребенников, директор РОЦИТ.

Среди возрастных групп онлайн-рискам подвергались: миллениалы (19–35 лет) — 88 %, представители поколения X (36–50 лет) — 84 %, бумеры (51–73 года) — 76 %, поколение Z (подростки до 18 лет) — 73 %. При этом 41 % подростков знают, к кому обратиться за помощью, — 29 % рассказали о ситуации родителям, которых считают лучшими ролевыми моделями уважительной коммуникации в интернете. Несмотря на это, 55 % подростков не нравится, когда родители делают посты в социальных сетях, используя их фото. Исследование также показало, что женщины относятся к онлайн-угрозам серьезнее, чем мужчины, — 66 % против 48 %.

По результатам исследования, россияне уже второй год чаще других сталкиваются с поведенческими рисками в сети — 61 % против среднего мирового показателя в 45 %. Так, 44 % из них подверглись грубому обращению, 43 % — онлайн-домогательствам, а 29 % — троллингу. Другими распространенными рисками стали разновидности навязчивого поведения. Среди них 53 % — это онлайн-мошенничество, а 44 % — нежелательный контакт.

В России 65 % жертв интернет-угроз встречали своего обидчика в реальной жизни, что выше общемирового показателя, который составляет 48 %. Кроме того, абсолютное большинство россиян (95 %) признались в том, что после столкновения с онлайн-рисками испытывали переживания (+7 % по сравнению с прошлым годом). Наиболее серьезные последствия повлекли дискриминация, урон личной и профессиональной репутации, кибербуллинг и сексуальные домогательства.

«В 2019 году интернет-пользователи в России стали чаще сталкиваться с онлайн-рисками, что в целом соответствует общемировому тренду. При этом более половины (54 %) считают, что технологические компании и социальные медиа способны создать инструменты, повышающие уровень вежливого общения в сети. Это накладывает определенную ответственность на ИТ-индустрию, — отметила Эльза Ганеева, менеджер по работе с государственными организациями Microsoft в России. — При этом только общими усилиями технологических компаний, общественных организаций и государства можно улучшить ситуацию. Так, с 28 марта по 11 апреля пройдет второй общероссийский цифровой диктант, организованный РОЦИТ, РАЭК и Microsoft. Его цель не только проверить знание современных технологий, но и распространить практики безопасного общения в онлайн-среде».

(По материалам, предоставленным компанией Microsoft)

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Н. В. Бровка[1]

[1] ***Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь***
220030, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, д. 4

Аннотация

Статья посвящена описанию дидактических подходов, которые позволяют осуществлять интеграцию теории и практики обучения студентов математических специальностей посредством актуализации содержательных внутри- и междисциплинарных связей математических дисциплин и информатики.

Приведены способы реализации когнитивной визуализации с учетом специфики математики и информатики, а также уточнены трактовки межпредметных связей (как категории дидактики обучения) и наглядного моделирования применительно к обучению математике.

В работе описан вариант организации содержания в компьютерных средствах обучения (КСО) математическому анализу студентов классического университета. Содержание этого курса в том или ином объеме является обязательным компонентом математической подготовки в вузах, преемственно связано с содержанием курса школьной математики и широко используется в прикладных задачах.

На основе анализа семантики, логики построения формулировок математических свойств, которые повторяются применительно к различным математическим объектам, представлен вариант содержательно-дидактической кластеризации, при которой такие понятия, как «сходимость», «равномерная сходимость», «дифференцируемость» и др., выступают паттернами в организации содержания компьютерных средств обучения.

Ключевые слова: классический университет, информатизация, содержательно-дидактическая кластеризация, наглядное моделирование, математический анализ.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-34-41

Для цитирования:

Бровка Н. В. Дидактические особенности организации компьютерных средств обучения студентов математических специальностей // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 34–41.

Статья поступила в редакцию: 14 ноября 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторе

Бровка Наталья Владимировна, доктор пед. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры теории функций, механико-математический факультет, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь; n_br@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8106-4318

1. Введение

Объективный характер укрепления позиций высшего образования обусловлен тенденцией NBIC-конвергенции (от *англ.* N — нано, B — био, I — инфо, C — когно), которая выражается в нарастании взаимосвязей когнитивных наук, био-, нано- и информационно-коммуникационных технологий и имеет следствием развитие STEM-образования (от *англ.* Science — наука, Technology — технологии, Engineering — инженерия, Mathematics — математика) [1, 2]. Согласно положениям обобщающего исследования фундаментальных и прикладных аспектов информатизации современного образования, совершенствование педагогических теорий, разработка новых методических подходов и методических систем обучения, реализующих дидактические возможности информационно-коммуникационных технологий, осуществляется как в отношении изменения парадигм учебно-информационного взаимодействия между субъектами образовательного процесса и интерактивными источниками учебной информации, так и в отношении организации информационной деятельности в условиях протекания виртуальных процессов [3, 4].

Известно, что по объекту изучения науки делят на естественные, изучающие природу во всем многообразии ее проявлений, и общественные (или гуманитарные), изучающие общество и различные общественные явления. По степени связи с деятельностью людей науки можно разделять на фундаментальные (математика, физика, химия, биология, логика и т. д.), связанные с общественной практикой опосредованно, и прикладные (или технические), связанные с практикой непосредственно (электротехника, агрономия, медицина и др.). Вместе с тем информатизация и математизация наук и различных сфер общественной деятельности свидетельствуют о том, что информатика и математика занимают особое положение вне зависимости от того, по какому признаку осуществляется классификация, поскольку они относятся к сфере мыслительной деятельности, опираются на своеобразные символьные языки и результатом исследований и разработок в этих

науках выступают продукты интеллектуальной деятельности [5].

Информатика как наука об общих свойствах, закономерностях и методах обработки, поиска, передачи, хранения и использования информации с помощью компьютерных средств и технологий, а также область человеческой деятельности, связанной с их применением, приобретает все большую значимость. В контексте информатизации образования важно, что сочетание закономерностей мыслительной деятельности и технических достижений становится также аппаратом развития, изменения, расширения границ познания, учения, преобразовательной деятельности, самообразования и саморазвития.

В этих условиях становится все более актуальной задача подготовки специалиста, который наряду с академическими компетенциями овладевает компетенциями оптимального использования возможностей компьютерных технологий для решения профессионально-ориентированных задач, способен анализировать, отбирать, объединять и систематизировать разнообразные компоненты научного знания. Программы подготовки студентов математических специальностей предусматривают значительный объем фундаментальных математических дисциплин, составляющих инвариантное ядро обучения, а также ряд дисциплин информатики, перечень и содержание которых изменяются достаточно динамично.

В связи с этим на первый план выдвигается задача реализации интеграции теории и практики обучения студентов математике с использованием возможностей компьютерных технологий как средств повышения эффективности их образовательной подготовки.

2. Актуальность и обоснование выявления дидактических особенностей организации компьютерных средств обучения (КСО) студентов математике

Как отмечается в научно-методической литературе, к актуальным направлениям информатизации образования относятся: концептуализация использования возможностей цифровых технологий, анализ целесообразности их включения в образовательный процесс с позиций оценки продуктивности освоения содержания обучения, фундаментализации подготовки, учета уровневой дифференциации обучающихся, оптимизации взаимодействия субъектов образовательного процесса [3, 6–9]. Изучение диссертационных работ, публикаций последних лет, собственный опыт работы и результаты анкетирования студентов свидетельствуют о том, что такие компьютерные средства обучения, как презентации, подкастинг, тестовые задания с выборочной формой ответа, наиболее востребованы студентами в качестве вспомогательных средств самоподготовки, прежде всего, на уровне репродуктивного освоения содержания [10, 11]. Обеспечение полноты, цельности и динамичности организации содержания в компьютерных средствах обучения достигается в том случае, если методология их разработки предполагает:

- полипарадигмальность, состоящую в опоре на совокупность подходов (компетентностного, системного, личностно-ориентированного, конструктивистского, кибернетического и др.);
- опору на положения когнитивных теорий, требования оптимальной информационной насыщенности и эргономичности на основе целесообразного сочетания текстовой, символьной, графической и динамической форм представления содержания и инфографики применительно к содержанию математических дисциплин.

В сложившейся образовательной практике существует определенный разрыв между способами организации, включения в учебный процесс содержания фундаментальных математических дисциплин и возможностями, которые предоставляют сегодня компьютерные технологии.

На математическом факультете изучаются: математический анализ, аналитическая и дифференциальная геометрия, уравнения математической физики, теория функций комплексного переменного, функциональный анализ, алгебра, дискретная математика, теория вероятностей и многие другие разделы математики. Все они, являясь ветвями математической науки, обладают рядом одних и тех же характерных особенностей. Обобщая и систематизируя результаты исследований по этому вопросу, можно выделить следующие основные характерные особенности математики как науки и учебного предмета: абстрактность, логичность, доказательность выводов, единство частей, алгоритмичность некоторых утверждений, совершенство символьного языка, универсальная применимость аппарата, вероятная невозможность эмпирической проверки истинности некоторых математических утверждений [9, 12, 13]. Этими особенностями и обусловлена возрастающая роль математики как непревзойденного инструмента моделирования, описания и прогнозирования динамики различных процессов. Изменения, происходящие в математике, касаются в первую очередь специальных, частных вопросов. Фундаментальные основы научного знания изменяются достаточно медленно и касаются не отмены уже известных закономерностей, а уточнения границ и способов применимости известного в изменяющемся и обновляющемся знании. Изучение соотношения фундаментального и динамичного изменяющегося знания приводит к развитию мировоззрения студентов. Содержание учебного предмета предполагает ответ на вопрос, «как, каким образом» вычислить, преобразовать, найти, исследовать — в математике; составить, разработать, протестировать — в информатике; научить — в методике обучения. Ответы на два ключевых вопроса — «каким образом...» и «почему» некоторый способ целесообразен — в математике, разработанный метод или алгоритм оптимален — в информатике, такое обучение продуктивно — в ме-

тодике как теории обучения, расширяя и углубляя содержание учебного предмета, приближают его к содержанию соответствующей науки (математики, информатики или теории и методики обучения).

В математике господствует язык формальной логики, а использование компьютерных технологий позволяет подключить язык семантических сетей (представления информации в виде знаково-символьных схем, графов и др.) и язык фреймовых моделей — шаблонов организации информации, которые допускают вариации изучаемого математического объекта или их совокупности с опорой на устойчивые связи между их компонентами.

Тем самым актуализируются проблемы обновления ценностно-смысловых подходов, научно-методического и организационно-практического обеспечения образовательного процесса в вузах с учетом специфики математики и информатики, что и является важным ключевым требованием к научно-методическим исследованиям по специальности 13.00.02 «Теория и методика обучения (и воспитания) математике и информатике». Речь идет об информатике как науке, которая на основе сочетания закономерностей мыслительной деятельности и технических достижений становится также аппаратом расширения границ познания, обогащения других наук и, следовательно, развития и обогащения возможностей университетской образовательной среды.

В контексте повышения эффективности образовательной подготовки студентов математических специальностей, на наш взгляд, наибольшую практическую значимость имеют разработки, которые предусматривают:

- научно-методически обоснованную дифференциацию содержания по различным уровням информационной насыщенности и сложности материала [8, 9, 14];
- систему адаптивной диагностики, коррекции и контроля знаний, включающую обеспечение мониторинга личных достижений студента и функции внешнего управления со стороны преподавателя на основе учета индивидуальных особенностей студента — его уровня подготовки, способа и скорости восприятия и т. д. [15, 16];
- создание электронных средств обучения на основе наглядного моделирования, целенаправленной и целесообразной актуализации семантических внутридисциплинарных и междисциплинарных связей содержания математических дисциплин, включающей учет уровня исходной математической подготовки студентов [17–21].

Коснемся третьей из указанных позиций, связанной с организацией содержания в компьютерных средствах обучения посредством наглядного моделирования межпредметных (внутри-, меж- и трансдисциплинарных) связей, которые выступают средствами систематизации понятийного аппарата и «сворачивания» содержания, реализуя интеграцию теории и практики обучения студентов. Средством поддержания и развития мотивации обучения, реализации профессионально-ориентированного обучения студентов математике и механике выступают межпредметные связи как дидактическая категория, *обозначающая* синтезирующие отношения и связи между объектами, понятиями и положениями, изучаемыми смежными науками, *отражающая* явления и процессы действительности, *находящая свое выражение* в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и *выполняющая* образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их взаимосвязи [17].

Под ***наглядным моделированием*** в обучении математике понимается использование различных видов наглядности в установлении и моделировании существенных свойств и отношений между математическими объектами на основе актуализации внутридисциплинарных и междисциплинарных связей в процессе освоения обучающимся способов знаково-символической, логико-вычислительной, аналитико-исследовательской деятельности для достижения устойчивого, адекватного диагностично поставленной цели результата обучения, познания и развития [17–19].

3. Пример содержательно-дидактической кластеризации КСО студентов математическому анализу на основе наглядного моделирования

Понимание основной идеи, логики выстраивания символьных формулировок математических понятий и свойств, освоение способов сочетания свернутых и пошаговых действий при решении задач изоморфно усвоению содержания.

Усвоение курса математического анализа предполагает не только формирование умений вычислять пределы, производные и интегралы, но и формирование умений осуществлять исследование математических объектов на наличие (или отсутствие) некоторых свойств. Речь идет о таких свойствах, как непрерывность, дифференцируемость, равномерная сходимость (функций, функциональных рядов, интегралов и т. д.) и др. Программа курса предусматривает обучение студентов такому исследованию в соответствии с определением, некоторым признаком или критерием. Несмотря на то что в определении или признаке соответствующие необходимые или достаточные условия всегда сформулированы вполне определенно, проверка их на практике вызывает у студентов некоторые затруднения. Это связано с целым комплексом факторов, основным из которых является неразвитость умений:

- выражать отношения и свойства объектов символьным языком математики;
- раскладывать задачу, требующую комплекса действий, на составляющие;
- применять приобретенные знания и навыки по аналогии в случае некоторого изменения условий задачи.

Выявление повторяющихся фрагментов определений и формулировок, методов решения типовых заданий, их комбинаций и разработка фреймовых моделей таких заданий с привлечением возможностей компьютерных технологий включают элементы наглядного моделирования. Необходимо отметить, что речь идет не о программно-технических, а о *содержательно-дидактических* аспектах организации содержания в компьютерных средствах обучения студентов.

Анкетирование и практика обучения такому классическому разделу высшей математики, как математический анализ, студентов специальностей «Математика. Научно-педагогическая деятельность. (Квалификация — Математик. Преподаватель математики и информатики)», «Механика и математическое моделирование» и «Компьютерная математика и системный анализ» позволили прийти к заключению, что, несмотря на достаточно высокий уровень мотивации студентов к изучению математики, аргументы для их «включенности» в процесс освоения содержания обучения, для активизации их учебно-познавательной деятельности должны различаться. Это обусловлено необходимостью учета различий в уровнях мотивации, математической подготовки студентов, в способах реализации профессиональной направленности обучения.

Предметом математического анализа являются те свойства математических объектов (непрерывность, сходимость, гладкость и др.), которые характеризуют динамику многих реальных процессов, лежат в основе исследования современных математических моделей и описываются символьным языком математики с учетом тонкостей и специфики его использования. Диалектичность математического анализа состоит в том, что упомянутые качественные стороны математических объектов изучаются с разной степенью конкретности и общности, что дает возможность развивать не только конкретные вычислительные, но и метапредметные аналитические умения студентов с первых дней обучения. Задания для студентов на основе наглядного моделирования с использованием компьютерных технологий в курсе математического анализа связаны с разработкой:

- скриншотов и графических иллюстраций символьных определений (производной функций одной переменной, многих переменных, по направлению), формулировок непрерывности, сходимости, равномерной сходимости;
- фреймовых моделей алгоритмических и аналитических методов типовых вычислений и, где это целесообразно, их комплекса;
- интерактивных моделей для динамической визуализации свойств и характеристик объектов.

Например, формулировки критерия Коши сходимости и равномерной сходимости приводятся в курсе математического анализа, по крайней мере, пять раз для различных математических объектов. Систематизацию формулировок тех свойств, которые повторяются в содержании курса математического анализа применительно к различным математическим объектам, можно произвести с помощью выделения фрагментов формулировки, которые несут смысловую нагрузку и отражают логику построения определения.

Так, определение равномерной сходимости функционального ряда и несобственного интеграла отражает одну и ту же зависимость и потому может быть представлено в виде единого паттерна, внутри которого варьируются лишь рассматриваемые объекты [17].

Для функционального ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} u_n(x) = S(x),\ \ x \in X \subset \mathbb{R},\ \ S_n(x) = \sum_{k=1}^{n} u_k(x)$$

определение равномерной сходимости на языке «$\varepsilon \div \delta$» запишется в виде «цепочки»:

$$\langle\ \forall \varepsilon > 0\ \exists n_\varepsilon \in \mathbb{N}\colon \forall n > n_\varepsilon\ \rangle\ \langle\ \forall x \in X\ \rangle \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \langle\ |S_n(x) - S(x)| < \varepsilon\ \rangle.$$

Для несобственного интеграла

$$I(x) = \int_a^w f(t,x)dt,\ x \in X \subset \mathbb{R}$$

с особенностью в точке w определение его равномерной сходимости на множестве X может быть записано в виде:

$$\langle\ \forall \varepsilon > 0\ \exists \eta_\varepsilon \in (a,w)\colon \forall \eta \in (\eta_\varepsilon, w)\ \rangle\ \langle\ \forall x \in X\ \rangle \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \langle\ \left| \int_a^{\eta_\varepsilon} f(t,x)dt - I(x) \right| < \varepsilon\ \rangle.$$

В этих определениях фрагменты, разделенные знаками $\langle\ \rangle$, однотипны с точки зрения их сущности и логики построения определений. Смысл первого фрагмента состоит в том, что для любого положительного ε существует некоторый объект, зависящий от ε ($\forall \varepsilon > 0\ \exists \ldots$); второго — что рассматриваемое далее условие должно выполняться на всем множестве X, т. е. $\forall x \in X$; третий фрагмент — оценка модуля разности рассматриваемых математических объектов, один из которых является предельным значением другого.

Разделение символьной записи на фрагменты, при котором каждый фрагмент является отражением некоторого ключевого отношения, мы называем ***приемом смысловых опор*** [17]. Таким образом, выделенные выше фрагменты являются смысловыми опорами определения-паттерна «равномерная сходимость». Визуализация приема смысловых опор позволяет однотипные фрагменты, отражающие семантические связи в формулировках сходимости для разных математических объектов, выделить одним и тем же цветом. Отличия в формулировках понятия «сходимость», связанные с переходом от одного объекта к другому (от последовательности — к функции, затем — к интегралу или ряду), визуально отражаются на мониторе, не нарушая структуру формулировки и сохраняя цветовую палитру ее фрагментов. Кроме того, компьютерные средства обучения (КСО) позволяют реализовать текстовые пояснения к каждой из частей формулировки, что весьма важно для

повышения продуктивности усвоения материала. Визуализация с помощью КСО различий между формулировками поточечной и равномерной сходимости позволяет подчеркнуть, что существенно важным является порядок следования выделенных фрагментов. Перенос лишь одного фрагмента формулировки из середины в начало изменяет ее смысл, позволяя перейти от определения равномерной сходимости к определению поточечной сходимости и наоборот. Даже для достаточно сильных студентов усвоение различия между этими определениями представляет определенные трудности, поскольку традиционно сложившаяся многолетняя практика обучения опирается на использование лишь их символьных формулировок. Наглядное моделирование в этом случае состоит в использовании скриншота, в котором предусмотрена динамическая визуализация переноса этого фрагмента определения в соответствии с тем или иным видом сходимости. Кроме того, разделение достаточно громоздкой символьной записи на части способствует лучшему усвоению сущности определения, поскольку согласуется с психолого-дидактическими закономерностями мышления и памяти.

Использование приема смысловых опор также целесообразно при работе с определениями непрерывности и дифференцируемости, которые рассматриваются в курсе математического анализа на разных уровнях общности применительно к разным математическим объектам: функциям одной и многих переменных, функциональным рядам, рядам Фурье, несобственным интегралам, зависящим от параметра, а также некоторым другим понятиям курса. Тем не менее выделение ключевых фрагментов в этих определениях позволяет рассматривать их как стержневые понятия курса, изучение и применение которых осуществляется по спирали. Это позволяет использовать отсроченное во времени, периодическое повторение этих определений на основе аналогии и некоторой их реконструкции, что способствует закреплению знаний студентов.

Фреймовая структура заданий вычислительного характера опирается на поочередное и затем комплексное использование основных методов вычислений. На этапе репродуктивного усвоения задания генерируются рандомно, чтобы студенты освоили типовые методы решений. На этапе продуктивного освоения студенты учатся отвечать на вопросы, например:

- «Какие параметры и в каких пределах могут изменяться, чтобы предусмотреть все возможные варианты вычисления предела вида:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{P(n)+a_1a^n+a_2\log_c n+\sin(a_4 n!)}{Q(n)+b_1a^n+b_2\log_d n+\operatorname{arctg} n^k},$$

  где $P(n)$, $Q(n)$ — многочлены?» Учет математических свойств данных объектов важен при определении допустимого диапазона входящих параметров, поскольку от этого зависит результат выполнения задания, который надо предусмотреть.
- «Какие математические свойства и методы, организованные в виде фреймов, можно заложить в пакет Mathematica, чтобы они позволили решать классы задач, а не отдельную задачу?»

Выстраивание диалога со студентами по этим вопросам позволяет создать ту креативную среду, которая способствует, с одной стороны, развитию мотивации к обучению и взаимодействию, с другой стороны, сохранению содержания в долговременной памяти в процессе обсуждения и анализа наглядных моделей, реализуя когнитивные модели визуализации содержательно-дидактических объектов [20, 21].

На педагогическую специальность («Математика. Научно-педагогическая деятельность. (Квалификация — Математик. Преподаватель математики и информатики)» поступают студенты с более низким средним баллом, и, как правило, для них характерен более медленный темп освоения содержания по сравнению со студентами «компьютерной» специальности («Компьютерная математика и системный анализ»). Однако выполнение таких заданий для студентов-педагогов привлекательно тем, что позволяет освоить математические методы выполнения не единичных примеров, а классов заданий, проанализировать способы и границы их применения в комплексе друг с другом, оценить дидактическую, семантическую и развивающую функции наглядного моделирования как составляющие профессионально-методической подготовки. Математическая составляющая таких заданий для них является первостепенной, хотя и представляет определенные трудности. Разработка подобных заданий позволяет студентам осваивать и способы дифференциации заданий репродуктивного и продуктивного типов. Однако готовность осуществить компьютерную реализацию таких разработок в последующем выражают лишь 15–17 % студентов педагогической специальности.

Для студентов специальности «Компьютерная математика и системный анализ» более привлекательной является компьютерная реализация таких заданий, а математические погрешности они рассматривают зачастую уже после получения неверного результата. Вместе с тем способность к аналитике, целенаправленность и сосредоточенность на достижении результата выше у студентов этой специальности.

Для студентов специальности «Механика и математическое моделирование» математический аппарат выступает средством моделирования механических процессов. В связи с этим наиболее востребованными разделами математики для студентов этой специальности являются векторная геометрия, интегральное и дифференциальное исчисление и методы решений дифференциальных уравнений. Из 210 опрошенных студентов 46,4 % наибольшие трудности в обучении связывают с необходимостью освоения большого объема не связанных между собой понятий в разных учебных курсах; 50,5 % — с не-

развитостью навыков самоорганизации; 27,3 % — с резкостью перехода от школьной формы обучения к вузовской [14].

С целью разрешения этих проблем в обучении студентов-механиков осуществляется совместное использование функциональных взаимосвязей пакета Structural Mechanics и системы Mathematica для компьютерного моделирования задач механики. Пакет компьютерной математики используется для генерации индивидуальных практических заданий для студентов, а расширение Mechanical System обеспечивает изучение функциональных возможностей пакетов для моделирования механических систем и симуляции движения, описания упругих свойств анизотропных сред и формулировки определяющих соотношений, для формулировки расчетных уравнений теории упругости в различных системах ортогональных координат. Профессиональная направленность посредством наглядного моделирования для студентов-механиков выражается в том, что в электронное пособие включены восемь анимаций плоских механизмов с построением траекторий движения определенных точек, а также шесть анимаций движения сложных многозвенных механизмов, которые предусматривают продуктивную деятельность [14, 22]. Современные системы компьютерной математики, в частности система Mathematica, предназначены в основном для решения теоретических и прикладных задач без их программирования. Однако для решения многих задач механики заложенных стандартных функций и пакетов расширения системы оказывается недостаточно. В связи с этим возникает необходимость использования функционального метода программирования, который состоит в использовании в ходе решения задач только функций. Преимуществом такого подхода является возможность применения широкого спектра встроенных функций и функций стандартных пакетов расширения при создании специализированных функций пользователя. В частности, эта деятельность включает разработку и использование функций, которые предназначены для получения сведений о константах, характеризующих упругие свойства анизотропных сред, об упругих потенциалах, о зависимостях компонент тензора напряжений от компонент тензора деформаций (законе Гука) и об уравнениях движения упругих сред различных классов симметрии [22, 23]. Целесообразность создания таких функций обусловлена достаточно большим объемом подобного теоретического материала, который традиционно приводится в большинстве монографий и учебных пособий по теории упругости. Такой подход способствует развитию интегративных умений студентов, предполагающих владение как математическим аппаратом, так и компьютерными технологиями, и согласованию в обучении студентов фундаментальных положений математики с возможностями использования компьютерных средств для математического моделирования процессов прикладной механики на достаточно высоком уровне [14, 22, 23].

4. Выводы

Использование указанных подходов в образовательной практике Белорусского государственного университета способствует решению триединой задачи:

- способствует закреплению и углублению фундаментальных математических знаний;
- мотивирует к осознанному обретению умений использовать компьютерные технологии;
- позволяет осуществлять профессиональную направленность обучения.

Практический опыт работы свидетельствует о том, что взвешенная, научно-обоснованная реализация этих положений с использованием возможностей компьютерных технологий способствует тому, что содержание обучения становится более компактным, в методах обучения больше места отводится опосредованному, распределенному во времени повторению материала (в том числе в реконструированном виде), в формах обучения подключаются возможности дозирования и целесообразной нелинейной организации содержания, наглядного моделирования, визуализации и дифференциации информационной плотности материала. Это обеспечивает эмерджентность дидактической образовательной системы (способность компонентов этой системы во взаимодействии обретать те качества, которыми, взятые в отдельности, они не обладают) и ингерентность — согласованность ее с информационно-образовательной средой вуза, что является важной составляющей реализации креативного образования и повышения эффективности образовательного процесса.

Список использованных источников

1. *Roco M. C., Bainbridge W. S.* Overview converging technologies for improving human performance // Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. Springer Netherlands, 2003. P. 1–27. DOI: 10.1007/978-94-017-0359-8

2. *Прайд В. В., Медведев Д. А.* Феномен NBIC-конвергенции. Реальность и ожидания // Философские науки. 2008. № 1. С. 97–117. https://www.phisci.info/jour/article/view/1212

3. *Григорьев С. Г., Гриншкун В. В., Львова О. В.* Некоторые аспекты информатизации образования в России, связанные с подготовкой будущих учителей // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 3. С. 14–18. http://journals.rudn.ru/informatization-education/article/view/6813

4. *Роберт И. В.* Современное состояние информатизации отечественного образования: фундаментальные и прикладные исследования // Информатизация образования — 2017. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Чебоксары: ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, 2017. С. 23–49.

5. *Абламейко С. В., Новик И. А., Бровка Н. В.* Краткий курс истории вычислительной техники и информатики. Минск: БГУ, 2014. 184 с.

6. *Лапчик М. П., Рагулина М. И., Хеннер Е. К.* Школьное математическое образование в условиях информатизации: зарубежный опыт // Информатизация образования и методика электронного обучения. Материалы III Международной научной конференции. Красноярск: СФУ, 2019. С. 178–183.

7. *Drijvers P.* Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't) // PNA. 2013. Vol. 8. No. 1. P. 1–20. https://www.learntechlib.org/p/160037/

8. *Broley L., Caron F., Saint-Aubin Y.* Levels of programming in mathematical research and university mathematics education // International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education. 2018. Vol. 4. P. 38–55. DOI: 10.1007/s40753-017-0066-1

9. *Бровка Н. В.* Обучение студентов математике на основе интеграции теории и практики. Saarbrucken: Lap Lambert Academic Publishing, 2015. 273 с.

10. *Абламейко С. В. и др.* Университет в современном обществе. БГУ в стране и мире. Минск: БГУ, 2015. 311 с.

11. *Scutter S., Stupans I., Sawyer T., King S.* How do students use podcasts to support learning? // Australasian Journal of Educational Technology. 2010. Vol. 26. No. 2. P. 180–191. DOI: 10.14742/ajet.1089

12. *Кудрявцев Л. Д.* Мысли о современной математике и ее преподавании. М.: Физматлит, 2008. 433 с.

13. *Арнольд В. И.* Что такое математика? М.: МЦНМО, 2002. 104 с.

14. *Медведев Д. Г.* Организация обучения студентов-механиков в информационно-образовательной среде классического университета. Минск: БГУ, 2018. 215 с.

15. *Дьячук П. П., Шкерина Л. В.* Индивидуализация математической подготовки студентов на основе интерактивного управления учебной деятельностью. Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2012. 370 с.

16. *Dyachuk P. P., Brovka N. V., Noskov M. V., Peregudova I. P.* Interactive self-regulation of educational activity in identification of complex objects // Информатизация образования и методика электронного обучения. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск: СФУ, 2018. С. 90–94.

17. *Бровка Н. В.* О реализации семантических связей при обучении студентов математическому анализу // Математические методы в технике и технологиях. Сборник трудов Международной научной конференции. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2017. С. 97–101.

18. *Богун В. В., Осташков В. Н., Смирнов Е. И.* Наглядное моделирование в обучении математике: теория и практика. Ярославль: Канцлер, 2010. 498 с.

19. *Смирнов Е. И.* Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога. Ярославль: Канцлер, 2012. 655 с.

20. *Nardi E.* Reflections on visualization in mathematics and mathematics education // Mathematics & Mathematics Education: Searching for Common Ground. Dordrecht: Springer, 2014. P. 193–222. DOI: 10.1007/978-94-007-7473-5_12

21. *Ngan Hoe Lee, Dawn Kit Ee Ng, eds.* Mathematical modeling: From theory to practice. Singapore: WSPC, 2015. 258 p.

22. *Босяков С. М., Журавков М. А., Медведев Д. Г.* Развитие функциональных возможностей внешнего пакета Structural Mechanics расширения компьютерной системы Mathematica применительно к решению задач теории упругости // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 1, Физика. Математика. Информатика. 2006. № 1. С. 110–116. http://elib.bsu.by/handle/123456789/15986

23. *Медведев Д. Г.* Функциональные возможности пакета моделирования динамических систем Mechanical System компьютерной системы Mathematica // Информационные технологии в образовании. 2014. № 3. С. 16–22.

DIDACTIC FEATURES OF THE ORGANIZATION OF COMPUTER MEANS OF TEACHING STUDENTS OF MATHEMATICAL SPECIALTIES

N. V. Brovka[1]

[1] ***Belarusian State University, Minsk, The Republic of Belarus***
220030, The Republic of Belarus, Minsk, prospect Nezavisimosti, 4

Abstract

The article is devoted to the description of didactic approaches that allow to integrate the theory and practice of teaching students of mathematical specialties by updating informative intra- and interdisciplinary connections of mathematical disciplines and informatics.

Methods for implementing cognitive visualization taking into account the specifics of mathematics and computer science are given. The interpretation of interdisciplinary connections (as a category of teaching didactics) and visual modeling in relation to teaching mathematics are also clarified.

The article describes a variant of the organization of content in the computer means of teaching (CMT) students of the classical university in mathematical analysis. The content of this course in one or another volume is a mandatory component of mathematical training in universities, it is consistently associated with the content of the course of school mathematics and is widely used in applied problems.

On the basis of the analysis of semantics and logic of construction of formulations of those properties which are repeated in relation to various mathematical objects, the variant of content didactic clustering at which such concepts as "convergence", "uniform convergence", "differentiability", etc., act as patterns in the organization of the maintenance of computer means of training is presented.

Keywords: classical university, informatization, content didactic clustering, visual modeling, mathematical analysis.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-34-41

For citation:

Brovka N. V. Didakticheskie osobennosti organizatsii komp'yuternykh sredstv obucheniya studentov matematicheskikh spetsial'nostej [Didactic features of the organization of computer means of teaching students of mathematical specialties]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 34–41 (In Russian.).

Received: November 14, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the author

Natalia V. Brovka, Doctor of Sciences (Education), Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Professor at the Department of Function Theory, Faculty of Mathematics and Mechanics, Belarusian State University, Minsk, The Republic of Belarus; n_br@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8106-4318

References

1. *Roco M. C., Bainbridge W. S.* Overview converging technologies for improving human performance. *Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Springer Netherlands, 2003, p. 1–27. DOI: 10.1007/978-94-017-0359-8

2. *Pride V. V., Medvedev D. A.* Fenomen NBIC-konvergentsii. Real'nost' i ozhidaniya [Phenomenon of NBIC-convergency: reality and expectations]. *Filosofskie nauki — Russian Journal of Philosophical Sciences*, 2008, no. 1, p. 97–117. (In Russian.) Available at: https://www.phisci.info/jour/article/view/1212

3. *Grigoriev S. G., Grinshkun V. V., Lvova O. V.* Nekotorye aspekty informatizatsii obrazovaniya v Rossii, svyazannye s podgotovkoj budushhikh uchitelej [Some aspects of education informatization in Russia concerning training future teachers]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya — Bulletin of People's Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education*, 2014, no. 3, p. 14–18. (In Russian.) Available at: http://journals.rudn.ru/informatization-education/article/view/6813

4. *Robert I. V.* Sovremennoe sostoyanie informatizatsii otechestvennogo obrazovaniya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya [The current state of informatization of domestic education: fundamental and applied research]. *Informatizatsiya obrazovaniya — 2017. Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii [Education Informatization — 2017. Proc. int. scientific-practical conf.]*. Cheboksary, Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, 2017, p. 23–49. (In Russian.)

5. *Ablameyko S. V., Novik I. A., Brovka N. V.* Kratkij kurs istorii vychislitel'noj tekhniki i informatiki [A short course in the history of computing and informatics]. Minsk: BSU, 2014. 184 p. (In Russian.)

6. *Lapchik M. P., Ragulina M. I., Henner E. K.* Shkol'noe matematicheskoe obrazovanie v usloviyakh informatizatsii: zarubezhnyj opyt [School mathematical education upon condition informatization: foreign experience]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika ehlektronnogo obucheniya. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Informatization of education and e-learning methodology. Proc. 3d Int. Scientific Conf.]*. Krasnoyarsk, SFU, 2019, p. 178–183. (In Russian.)

7. *Drijvers P.* Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). *PNA*, 2013, vol. 8, no. 1, p. 1–20. Available at: https://www.learntechlib.org/p/160037/

8. *Broley L., Caron F., Saint-Aubin Y.* Levels of programming in mathematical research and university mathematics education. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 2018, vol. 4, p. 38–55. DOI: 10.1007/s40753-017-0066-1

9. *Brovka N. V.* Obuchenie studentov matematike na osnove integratsii teorii i praktiki [Teaching students math through the integration of theory and practice]. Saarbrucken, Lap Lambert Academic Publishing, 2015. 273 p. (In Russian.)

10. *Ablameyko S. V. et al.* Universitet v sovremennom obshhestve. BGU v strane i mire [University in modern society. BSU in the country and in the world]. Minsk, BSU, 2015. 311 p. (In Russian.)

11. *Scutter S., Stupans I., Sawyer T., King S.* How do students use podcasts to support learning? *Australasian Journal of Educational Technology*, 2010, vol. 26, no. 2, p. 180–191. DOI: 10.14742/ajet.1089

12. *Kudryavtsev L. D.* Mysli o sovremennoj matematike i ee prepodavanii [Thoughts on modern mathematics and its teaching]. Moscow, Fizmatlit, 2008, 433 p. (In Russian.)

13. *Arnold V. I.* Chto takoe matematika? [What is math?]. Moscow, MTSNMO, 2002. 104 p. (In Russian.)

14. *Medvedev D. G.* Organizatsiya obucheniya studentov-mekhanikov v informatsionno-obrazovatel'noj srede klassicheskogo universiteta [Organization of training for students of mechanics in the information and educational environment of a classical university]. Minsk, BSU, 2018. 215 p. (In Russian.)

15. *Dyachuk P. P., Shkerina L. V.* Individualizatsiya matematicheskoj podgotovki studentov na osnove interaktivnogo upravleniya uchebnoj deyatel'nost'yu [Individualization of students' mathematical training based on interactive learning management]. Krasnoyarsk, KSPU named after V. P. Astafiev, 2012. 370 p. (In Russian.)

16. *Dyachuk P. P., Brovka N. V., Noskov M. V., Peregudova I. P.* Interactive self-regulation of educational activity in identification of complex objects. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika ehlektronnogo obucheniya. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Informatization of education and e-learning methodology. Proc. 2nd Int. Scientific Conf.]*. Krasnoyarsk, SFU, 2018, p. 90–94.

17. *Brovka N. V.* O realizatsii semanticheskikh svyazej pri obuchenii studentov matematicheskomu analizu [On the implementation of semantic relationships in teaching students mathematical analysis]. *Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyakh. Sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii [Mathematical methods in engineering and technology. Proc. Int. Scientific Conf.]*. Saint Petersburg, Izdatel'stvo Politekhnicheskogo universiteta, 2017, p. 97–101. (In Russian.)

18. *Bogun V. V., Ostashkov V. N., Smirnov E. I.* Naglyadnoe modelirovanie v obuchenii matematike: teoriya i praktika [Visual modeling in teaching mathematics: theory and practice]. Yaroslavl, Kantsler, 2010. 498 p. (In Russian.)

19. *Smirnov E. I.* Fundirovanie opyta v professional'noj podgotovke i innovatsionnoj deyatel'nosti pedagoga [Founding in professional training and innovative activity of a teacher]. Yaroslavl, Kantsler, 2012. 655 p. (In Russian.)

20. *Nardi E.* Reflections on visualization in mathematics and mathematics education. *Mathematics & Mathematics Education: Searching for Common Ground*, Dordrecht, Springer, 2014, p. 193–222. DOI: 10.1007/978-94-007-7473-5_12

21. *Ngan Hoe Lee, Dawn Kit Ee Ng, eds.* Mathematical modeling: From theory to practice. Singapore, WSPC, 2015. 258 p.

22. *Bosyakov S. M., Zhuravkov M. A., Medvedev D. G.* Razvitie funktsional'nykh vozmozhnostej vneshnego paketa Structural Mechanics rasshireniya komp'yuternoj sistemy Mathematica primenitel'no k resheniyu zadach teorii uprugosti [The development of the functionality of the external Structural Mechanics package of the expansion of the Mathematica computer system as applied to solving problems of the theory of elasticity]. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 1, Fizika. Matematika. Informatika — Bulletin of the Belarusian State University. Ser. 1, Physics. Maths. Informatics*, 2006, no. 1, p. 110–116. (In Russian.) Available at: http://elib.bsu.by/handle/123456789/15986

23. *Medvedev D. G.* Funktsional'nye vozmozhnosti paketa modelirovaniya dinamicheskikh sistem Mechanical System komp'yuternoj sistemy Mathematica [Functionality of the package of modeling of dynamic systems Mechanical System of the computer system Mathematica]. *Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii — Information Technologies in Education*, 2014, no. 3, p. 16–22. (In Russian.)

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ И ИХ МОТИВАЦИЮ К ОБУЧЕНИЮ

А. К. Погребников[1], В. Н. Шестаков[1], Ю. Ю. Якунин[1]

[1] ***Сибирский федеральный университет, г. Красноярск***
660041, Россия, г. Красноярск, Свободный пр-т, д. 79

Аннотация

В статье рассматриваются возможности создания и развития персональной образовательной среды (ПОС) как инструмента, позволяющего повышать успеваемость студентов в высших учебных заведениях. Исследование направлено на выявление связей между использованием элементов ПОС и показателями успеваемости студентов. Методами математической статистики исследованы результаты опроса 348 студентов об использовании информационных ресурсов в учебном процессе. Проведен анализ использования отдельных элементов ПОС для обучения и коммуникации студентов друг с другом и с преподавателями. Студенты, использующие персональную образовательную среду, преимущественно имеют более высокий средний балл, успешнее проходят промежуточные аттестации, реже прибегают к пересдачам. Выявлено положительное влияние на показатели успеваемости использования социальных сетей и личных кабинетов для коммуникации с преподавателем. Одним из результатов проведенного исследования является подтверждение возможности использования ПОС в образовательном учреждении как единой системы, помогающей студентам в обучении и повышающей среднюю успеваемость за счет того, что сбалансированный набор элементов ПОС включает в работу как успешных, так и отстающих студентов.

Ключевые слова: персональная образовательная среда, успеваемость студентов, мотивация к обучению.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-42-50

Для цитирования:

Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю. Влияние использования элементов персональной образовательной среды на успеваемость студентов и их мотивацию к обучению // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 42–50.

Статья поступила в редакцию: 12 декабря 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторах

Погребников Александр Константинович, ст. преподаватель базовой кафедры «Интеллектуальные системы управления», Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; apogrebnikov@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0001-6003-2555

Шестаков Вячеслав Николаевич, канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры современных образовательных технологий, Институт педагогики, психологии и социологии, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; vshestakov@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0001-7737-2900

Якунин Юрий Юрьевич, канд. тех. наук, доцент, зав. базовой кафедрой «Интеллектуальные системы управления», Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия; yyakunin@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-2330-2963

1. Введение

Проблема успеваемости студентов является актуальной и чувствительной для высших учебных заведений, ее решению посвящены многие исследования, ориентированные на педагогические методы (см., например, [1, 2]). Тем не менее данную проблему следует рассматривать в комплексе, вместе с организацией учебного процесса и его обеспечением цифровыми технологиями [3].

На базе Института космических и информационных технологий (ИКИТ) Сибирского федерального университета (СФУ) проведено исследование, направленное на выявление взаимосвязи между использованием студентами в учебном процессе элементов персональной образовательной среды (ПОС), успеваемостью студентов и их мотивацией к обучению с целью определения путей развития ПОС как инструмента повышения успеваемости студентов.

Исходными данными для исследования стали сведения об успеваемости студентов и результаты опроса, проведенного в форме анкетирования через Google-форму. Всего были опрошены 348 студентов — 188 второкурсников и 160 третьекурсников. Им были заданы следующие вопросы:

1) Какими электронными ресурсами вы пользуетесь для обучения?
2) Какими электронными ресурсами вы пользуетесь для коммуникации с преподавателями?
3) Какими электронными ресурсами вы пользуетесь для коммуникации с однокурсниками?
4) Как часто вы заходите в личный кабинет АСУ ИКИТ?
5) Какие элементы личного кабинета АСУ ИКИТ вы используете?

6) Оцените степень полезности для вас информации в личном кабинете АСУ ИКИТ.
7) Какова главная причина вашего обучения в университете?

Вопросы 1–3 имели закрытый перечень ответов с множественным выбором, направленных на выявление структуры использования элементов ПОС студентами с делением по виду использования: для обучения, для общения с преподавателями, для общения с однокурсниками. Вопросы 4–6 посвящены определению мнения студентов о полезности личного кабинета АСУ ИКИТ. Вопрос 7 ориентирован на самостоятельную оценку студентами основного мотива к обучению.

2. Структура персональной образовательной среды (ПОС)

Персональная образовательная среда представляет собой информационную систему, направленную на поддержку процесса обучения пользователя, чьи процессы и действия посвящены обработке информации, т. е. получению, передаче, хранению, извлечению, манипулированию и отображению информации [4]. Структура ПОС может включать в себя любые другие информационные системы, с которыми пользователь взаимодействует в процессе обучения, и поэтому состав компонентов этих систем является неоднородным [5].

Довольно сложно определить полный список компонентов ПОС. Например, в ПОС, описанных в публикациях [6, 7], встречаются следующие составляющие: расписания мероприятий, фотоальбомы, микроблоги, форумы, учебные планы, персональные профили и портфолио, мессенджеры, ленты новостей, файловые хранилища, wiki-проекты, видеохостинги, доски объявлений, облака тегов и многое другое. Многие платформы, входящие в состав ПОС, независимо агрегируют множество компонентов. Например, большинство образовательных площадок (например, [8–10]) заимствуют инструменты, изначально характерные только для социальных сетей. Некоторые исследователи рассматривают ПОС как один из способов решения проблемы насыщенного и сложного информационного ландшафта в области цифрового образования [11].

По своему предназначению компоненты ПОС условно можно разделить на несколько групп. Некоторые компоненты используются для непосредственного обучения, т. е. передачи и проверки знаний. Часть компонентов используется для предоставления дополнительных возможностей коммуникации между преподавателем и учащимся в рамках обучения. Отдельно стоит выделить компоненты, предназначенные для коммуникации в учебном коллективе, а также компоненты, которые служат для персональной идентификации обучающегося.

В ИКИТ персональная образовательная среда представляет собой совокупность разнородных систем, интегрированных между собой (рис. 1).

Сайт СФУ — основной информационный ресурс университета, предназначенный для предоставления базовой информации по обучению, новостей, учебных планов, расписаний и т. д. Он также содержит всю информацию о структуре университета и ссылки на ресурсы подразделений.

Сайты институтов аналогичны сайту СФУ и включают информацию по профилю института.

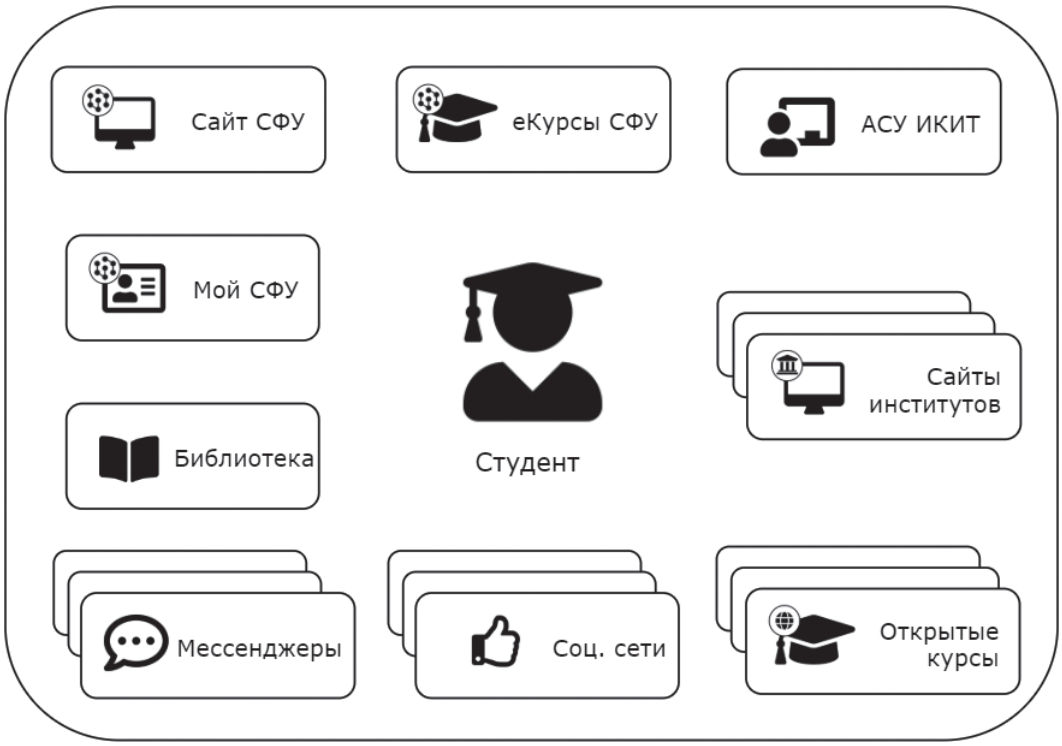


Рис. 1. Элементы персональной образовательной среды

еКурсы СФУ — это система электронного обучения, представляющая собой веб-платформу на базе Moodle [12], на которой функционируют электронные онлайн-курсы, используемые студентами в процессе обучения. Платформа также используется для текущего контроля прогресса обучения по отдельным курсам.

«Мой СФУ» — это корпоративный социальный сетевой сервис для студентов, аспирантов, преподавателей и сотрудников университета [13]. Данный ресурс предоставляет более персонализированную информацию по обучению, опираясь на информацию о пользователе. Он также предоставляет возможность коммуникации между пользователями и возможность создания рабочих групп.

АСУ ИКИТ — система управления учебным процессом в рамках отдельного института [14]. Для обучающегося является источником информации о результатах промежуточной аттестации, проведении контрольных мероприятий, пересдач, комиссий и т. д. Также является агрегатором информации о посещаемости студентов и о текущей успеваемости. АСУ ИКИТ используется учебным отделом (деканатом) для учета движения контингента студентов, формирования приказов, контроля успеваемости, управления промежуточными аттестациями и т. д.

Библиотека — одно из основных подразделений университета, обеспечивающее информационное сопровождение учебного процесса и научных исследований [15–18]. Библиотека предоставляет доступ как к собственным ресурсам и базам данных университета, так и к внешним базам публикаций.

Открытые курсы дают возможность пройти курс на внешних открытых образовательных площадках [19, 20]. Студентам СФУ засчитываются зачеты и оценки по дисциплинам учебного плана на основании результатов освоения онлайн-курсов на открытых образовательных порталах. На текущий момент регламентировано более 400 ресурсов, результаты обучения которым могут быть зачтены.

Мессенджеры — любые сервисы быстрого обмена сообщениями, которые используются студентом в процессе обучения. Целью использования мессенджеров может являться коммуникация студентов как друг с другом, так и с преподавателем.

Социальные сети — любая интернет-площадка, сайт, который позволяет зарегистрированным на нем пользователям размещать информацию о себе и взаимодействовать между собой, устанавливая социальные связи [21]. В рамках обучения социальные сети могут использоваться аналогично мессенджерам, а также для создания рабочих групп, которые часто используются студентами для обмена учебной информацией и новостями.

3. Использование элементов ПОС в обучении

На рисунке 2 представлены предпочтения студентов в использовании элементов ПОС в процессе обучения. Для каждого элемента показаны два столбца: верхний отражает информацию по второму курсу, а нижний — по третьему. Например, 98 % опрошенных студентов второго курса используют электронные обучающие курсы (еКурсы) в процессе обучения. Это связано с тем, что каждая преподаваемая дисциплина в ИКИТ содержит материал по всем или отдельным видам занятий в формате электронного онлайн-курса.

Значимость различий здесь и далее оценивалась U-критерием Манна—Уитни в программе STATISTICA 10.0. На диаграмме жирным контуром выделены элементы, для которых разница между вторым и третьим курсами статистически значима на уровне 0,05. То есть студенты третьего курса активнее используют следующие элементы ПОС в обучении: социальные сети, АСУ ИКИТ, «Мой СФУ», сайты СФУ и ИКИТ.

Для коммуникации с преподавателями (рис. 3) студенты используют более формальные элементы ПОС: портал электронных обучающих курсов (еКурсы) или рабочую электронную почту преподавателя. Студенты третьего курса для этих целей начинают активно использовать социальные сети.

На рисунке 4 показана диаграмма использования элементов ПОС для коммуникации студентов друг с другом в процессе обучения. Здесь существенно преобладают социальные сети и мессенджеры.

4. Взаимосвязь между использованием элементов ПОС и успеваемостью студентов

Проверена гипотеза о взаимосвязи используемых студентами элементов ПОС в обучении и показателями успеваемости (средним баллом, средним числом пересдач за сессию, результатом сессии).

Для измерения результата сессии использовалась следующая шкала [22]:

- отрицательное число — количество долгов от 1 до 5, где «–1» — один долг, «–2» — два долга и т. д.;
- 1 — промежуточная аттестация пройдена с оценкой «удовлетворительно» хотя бы по одной дисциплине;
- 2 — промежуточная аттестация пройдена с оценкой «хорошо» по всем дисциплинам;
- 3 — промежуточная аттестация пройдена с оценками «хорошо» и «отлично»;
- 4 — промежуточная аттестация пройдена только на «отлично».

Проверка взаимосвязи выполнялась независимо для студентов второго и третьего курсов с использованием U-критерия Манна—Уитни. Обнаруженные связи значимы на уровне порога 0,05 и представлены в таблице 1.

Все значимые связи, кроме отмеченных в таблице знаком «*», обнаружены на третьем курсе. За исключением использования для обучения мессенджеров, которое плохо повлияло на результат сессии, остальные ресурсы повышают показатели успеваемости. В частности, третьекурсники, использующие электронные курсы СФУ (еКурсы) не имеют пересдач, в то время как медиана среднего числа пересдач за семестр у неиспользующих этот ресурс равна 0,9. Использование

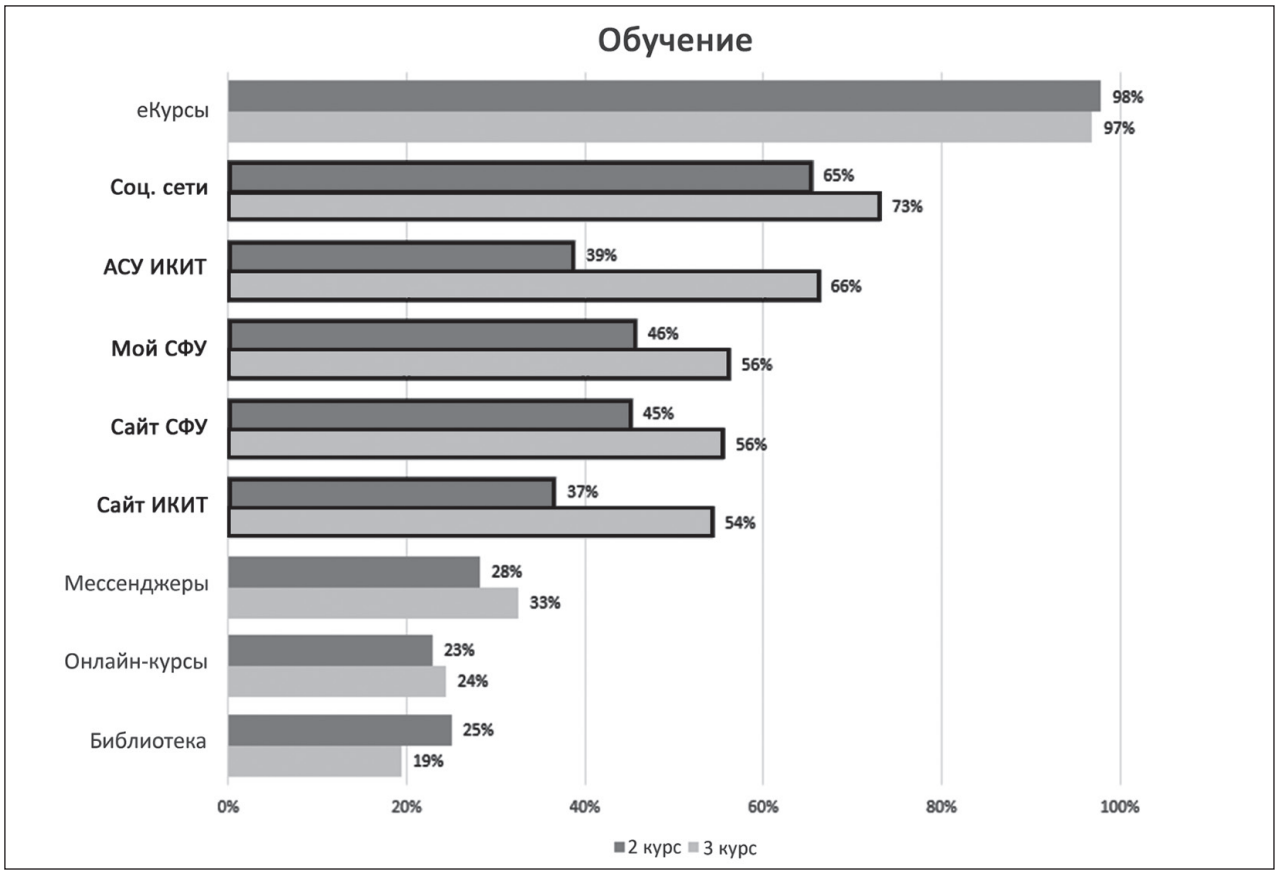


Рис. 2. Элементы ПОС, используемые для обучения

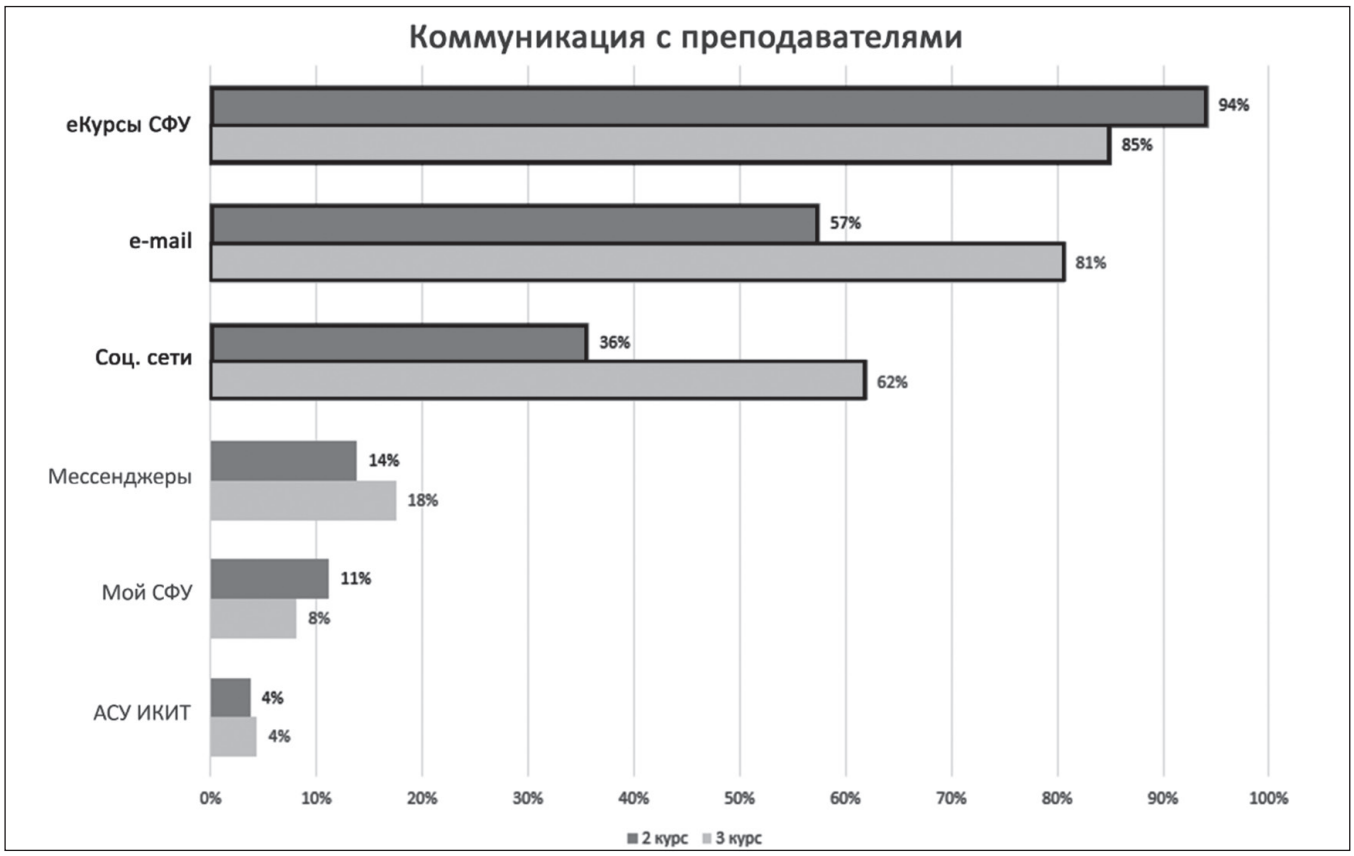


Рис. 3. Элементы ПОС, используемые для коммуникации с преподавателями

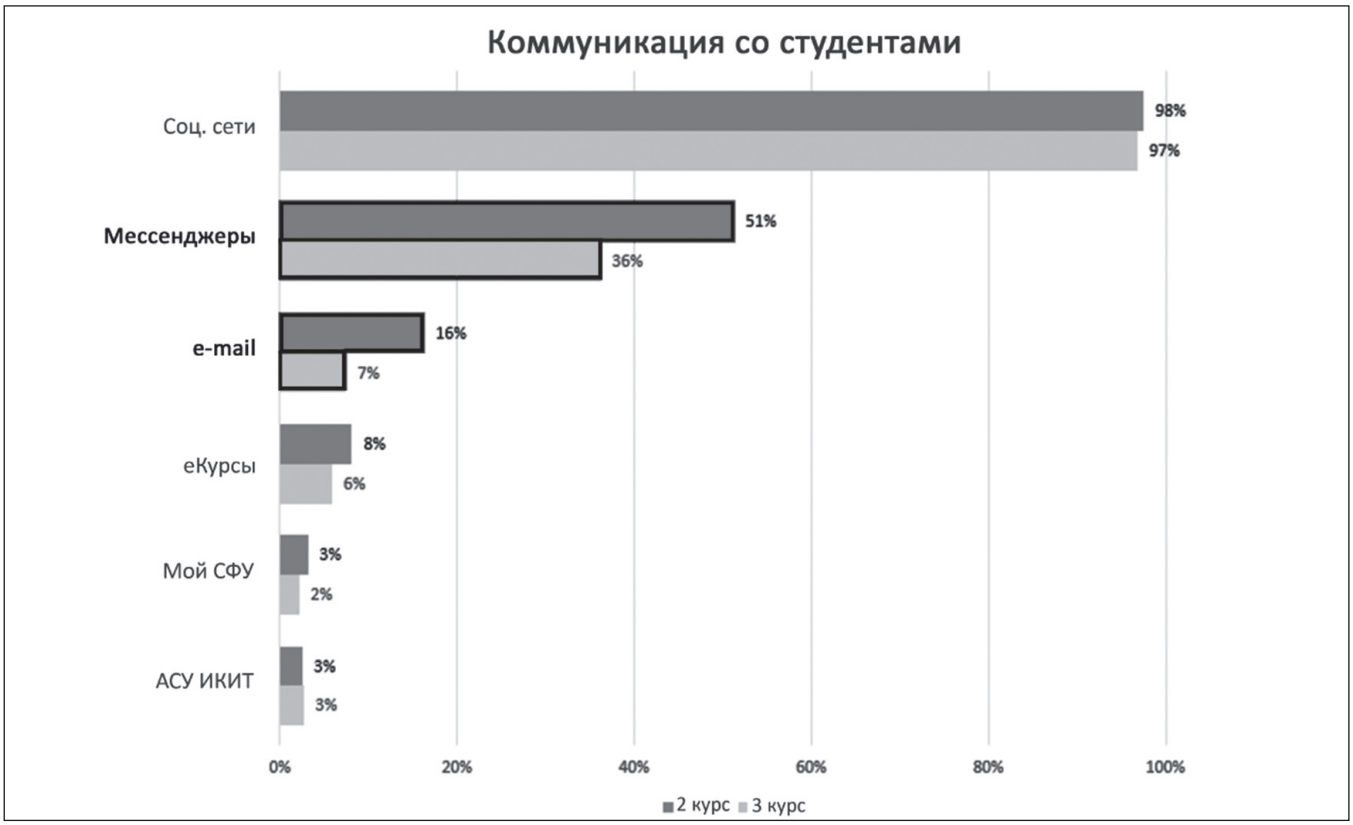


Рис. 4. Элементы ПОС, используемые для коммуникации студентов друг с другом

АСУ ИКИТ для обучения связано со сдачей сессии в среднем на «четверки» без пересдач, а неиспользование — с наличием в среднем одного долга. Использование сервиса «Мой СФУ» для обучения связано со сдачей сессии в среднем на «четверки» без пересдач, а неиспользование — с «тройками» на экзаменах.

Использование социальных сетей, сервиса «Мой СФУ» на третьем курсе и АСУ ИКИТ на втором для коммуникации с преподавателями положительно влияет на показатели успеваемости. В частности, третьекурсники, использующие социальные сети для общения с преподавателями, имеют средний балл за сессию на 0,47 выше, чем неиспользующие, и более хороший результат сессии.

Взаимосвязи между использованием элементов ПОС для коммуникации с однокурсниками и показателями успеваемости фактически не обнаружено, за исключением использования АСУ ИКИТ и числом пересдач. Студенты с долгами чаще используют личный кабинет АСУ ИКИТ для отслеживания информации о пересдачах.

В таблице 2 приведены результаты исследования взаимосвязи частоты посещения личного кабинета студента в АСУ ИКИТ, оценки студентом степени

Таблица 1

Связь использования элементов ПОС и показателей успеваемости

Электронный ресурс	Показатель успеваемости	Используют для обучения, медиана		Используют для коммуникации с преподавателями, медиана		Используют для коммуникации с однокурсниками, медиана	
		Да	Нет	Да	Нет	Да	Нет
еКурсы	Среднее число пересдач	**0,00**	0,90	—	—	—	—
Соц. сети	Средний балл	—	—	**4,67**	4,20	—	—
Соц. сети	Результат сессии	—	—	**3,00**	1,00	—	—
АСУ ИКИТ	Результат сессии	**3,00**	–1,00	**4,20***	3,40*	—	—
АСУ ИКИТ	Среднее число пересдач	—	—	—	—	0,33	**0,00**
Мой СФУ	Результат сессии	**3,00**	1,00	**0,33**	0,00	—	—
Мессенджеры	Результат сессии	1,00	**3,00**	—	—	—	—

Таблица 2

Взаимосвязь частоты посещения АСУ ИКИТ, успеваемости и полезности

Показатель	Частота посещения АСУ ИКИТ, коэф. коррел.		Средний балл, коэф. коррел.		Среднее число пересдач, коэф. коррел.	
Курс	2	3	2	3	2	3
Частота посещения АСУ ИКИТ	—	—	–0,11	–0,19	0,16	0,23
Оценка полезности АСУ ИКИТ	0,31	0,38	–0,10	–0,18	—	0,27

полезности информации в личном кабинете и показателей успеваемости. Исследование осуществлялось методом корреляции Кенделла отдельно для второго и третьего курсов с уровнем значимости обнаруженных связей 0,05.

Частота посещения АСУ ИКИТ второкурсниками имеет слабую прямую связь со средним числом пересдач, слабую обратную связь со средним баллом за сессию, умеренную прямую связь с оценкой студентом полезности информации в личном кабинете. То же справедливо для студентов третьего курса, но у них эти связи проявлены сильнее.

Таким образом, чем чаще студенты посещают личный кабинет, тем выше они оценивают его полезность, тем меньше у них средняя оценка за сессию, больше число пересдач. То есть частота использования студентами личного кабинета АСУ ИКИТ обратно пропорциональна их успеваемости.

5. Взаимосвязь мотивации обучения, успеваемости и элементов ПОС

Согласно результатам исследования, внутренняя мотивация студентов, выраженная в виде цели обучения, существенно влияет на их успеваемость. В общем случае мотивация к обучению может включать следующие потребности [23]: добиться успеха в жизни, стать высокообразованным культурным человеком, быть материально обеспеченным, иметь профессию, работать за рубежом, иметь соответствующий социальный статус, приятно провести время, продолжить семейные традиции и др. Мотивация может включать несколько потребностей одновременно, проранжированных по приоритету [24]. По одной из классификаций мотивы делятся на внешние и внутренние [25]. Внешние мотивы исходят от общества в целом, преподавателей, родителей, однокурсников и других лиц и приобретают форму подсказок, намеков, требований, указаний, понуканий, принуждений. Внутренние мотивы являются важным источником мотивации. Необходимо, чтобы обучаемый сам захотел что-то сделать и сделал это.

Среди мотивов к обучению, рассмотренных в данном исследовании, которые студенты выделяли в качестве приоритетных, обозначились два основных полюса: мотив получения знаний и мотив получения диплома. Одной из задач исследования было выяснить, как влияет приоритетный мотив на успеваемость и структуру используемых элементов ПОС. Взаимосвязи исследованы методом U-критерия Манна—Уитни, и установлены статистически значимые связи на уровне 0,05. В таблице 3 представлены показатели успеваемости и медианы их значений для студентов, указавших в качестве причины своего

Таблица 3

Связь показателей успеваемости и причин обучения

Показатель успеваемости	Причина обучения	
	Диплом, медиана	Знания, медиана
Все студенты (2-й и 3-й курсы)		
Средний балл	4,20	**4,34**
Среднее число пересдач	0,11	**0,00**
Результат сессии	–1,00	**1,00**
Студенты 2-го курса		
Средний балл	4,00	**4,23**
Среднее число пересдач	0,18	**0,00**
Результат сессии	–1,00	**1,00**
Студенты 3-го курса		
Средний балл	4,33	**4,50**
Среднее число пересдач	0,11	**0,00**
Результат сессии	–1,00	**2,00**

обучения диплом или знания. Темно-серым цветом залиты ячейки, содержащие статистически значимо различающиеся пары значений (по горизонтали) с уровнем значимости 0,05. Светло-серым цветом залиты ячейки с парами значений, значимость которых находится на уровне 0,10. Полужирным шрифтом выделены лучшие в паре значения показателей успеваемости. Лучшее для среднего балла и результата сессии означает большее; для среднего числа пересдач — меньшее.

Второкурсники, ориентированные на получение знаний, по сравнению с пришедшими за дипломом имеют за сессию более высокий средний балл, меньше пересдач, лучший результат сессии. У третьекурсников значения медиан говорят о той же тенденции, однако различия статистически не значимы, за исключением среднего числа пересдач, но и там уровень значимости составляет 0,10. В совокупной выборке тенденция сохраняется, но значимость различий по среднему баллу находится также на уровне 0,10. Таким образом, можно констатировать, что ключевой мотив обучения влияет на показатели успеваемости. Стремление к знаниям связано с хорошими оценками, тенденцией не иметь пересдач, иметь хороший результат сессии. Ориентация на диплом — это риск получать оценки ниже, ходить на пересдачи и иметь низкий результат сессии. Этот вывод вполне справедлив для второкурсников, для третьего курса он не доказан.

Исследование взаимосвязи мотива обучения и использования студентами элементов ПОС осуществлялось методом Хи-квадрат Пирсона. Из всего набора элементов ПОС и целей их использования обнаружено три значимых связи с уровнем значимости 0,05, представленных в таблице 4. Например, третьекурсников, пришедших за знаниями и использующих в обучении АСУ ИКИТ, на 16,27 % больше, чем пришедших с целью получения диплома.

Таблица 4

Связь причины обучения и использования ресурсов ПОС

Элемент ПОС	Курс	Цель обучения	
		Диплом, %	Знания, %
еКурсы СФУ	2	12,28	**29,17**
АСУ ИКИТ	3	54,84	**71,11**
Мессенджеры (общение с однокурсниками)	3	31,40	**45,59**

6. Заключение

В проведенном исследовании определены основные элементы ПОС, влияющие на успеваемость студентов: еКурсы, социальные сети, АСУ ИКИТ, «Мой СФУ». Так, студенты, использующие в обучении электронные образовательные курсы, лучше успевают по соответствующим дисциплинам. Коммуникация студентов с преподавателями в социальных сетях приводит к повышению успеваемости. Личные кабинеты АСУ ИКИТ и «Мой СФУ» также свидетельствуют о наличии высокой успеваемости у студентов, их использующих. Хотя здесь остается открытым вопрос о влиянии этих кабинетов на успеваемость. Кроме того, частота использования личного кабинета АСУ ИКИТ связана преимущественно с плохой успеваемостью студентов, что свидетельствует о важности этого сервиса для помощи отстающим студентам.

Таким образом, можно сделать вывод о важности развития ПОС как единой системы, интегрирующей в себе указанные элементы ПОС, обеспечивающей сопровождение студентов, помощь им и активное участие в жизни студентов в процессе обучения.

Исследование связи мотивации с элементами ПОС показало обратную зависимость, т. е. студенты, изначально имеющие мотивацию к обучению, активно использовали ПОС. Тем не менее вопрос влияния ПОС на мотивацию студентов еще требует детального исследования и проработки.

Список использованных источников

1. *Шабалина М. Р.* Педагогические условия повышения академической успешности студентов // Вестник Вятского государственного университета. 2009. № 2-3. С. 59–63. http://vestnik43.ru/2(3)-2009.pdf

2. *Шибаев В. П., Шибаева Л. М.* Система работы по повышению успеваемости студентов // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 4. С. 202–203.

3. *Якунин Ю. Ю., Погребников А. К.* Персональная образовательная среда в системе управления институтом // Информатика и образование. 2017. № 2. С. 55–60.

4. *Kompen R. T., Edirisingha P., Canaleta X., Alsina M., Monguet J. M.* Personal learning environments based on Web 2.0 services in higher education // Telematics and Informatics. 2019. Vol. 38. P. 194–206. DOI: 10.1016/j.tele.2018.10.003

5. *Virtanen M. A., Haavisto E., Liikanen E., Kääriäinen M.* Ubiquitous learning environments in higher education: a scoping literature review // Education and Information Technologies. 2018. Vol. 23. P. 985–998. DOI: 10.1007/s10639-017-9646-6

6. *Saz A., Engel A., Coll C.* Introducing a personal learning environment in higher education. An analysis of connectivity // Digital Education Review. 2016. No. 29. P. 1–14.

7. *Şahin S., Uluyol Ç.* Preservice teachers' perception and use of personal learning environments (PLEs) // The International Review of Research in Open and Distributed Learning. 2016. Vol. 17. No. 2. P. 141–161. DOI: 10.19173/irrodl.v17i2.2284

8. Twiducate. http://www.livelingua.com/twiducate/

9. Blackboard. https://www.blackboard.com/

10. Classroom 2.0. https://www.classroom20.com/

11. *Hicks A., Sinkinson C.* Critical connections: personal learning environments and information literacy // Research in Learning Technology. 2015. Vol. 23. P. 1–12. DOI: 10.3402/rlt.v23.21193

12. еКурсы. Система электронного обучения СФУ. https://e.sfu-kras.ru/

13. Корпоративный портал МойСФУ. https://i.sfu-kras.ru/

14. Автоматизированная система управления ИКИТ. http://dec.sfu-kras.ru/

15. *Барышев Р. А., Бабина О. И., Манушкина М. М., Цветочкина И. А.* Модель активной электронной библиотеки университета на основе сервисов опережения запроса // Научные и технические библиотеки. 2019. № 5. С. 49–66. DOI: 10.33186/1027-3689-2019-5-49-66

16. *Барышев Р. А., Бабина О. И., Сергиенко Т. В., Захаров П. А.* Новые подходы к разработке статистических форм в цикле обслуживания читателей // Научные и технические библиотеки. 2018. № 2. С. 16–25. DOI: 10.33186/1027-3689-2018-2-16-25

17. *Захарова С. С.* Возможности единого научно-образовательного пространства библиотек академических институтов и вузов // Научные и технические библиотеки. 2019. № 7. С. 25–36. DOI: 10.33186/1027-3689-2019-7-25-36

18. *Барышев Р. А., Манушкина М. М., Цветочкина И. А., Бабина О. И.* Библиотека университета как центр управления знаниями // Библиотековедение. 2019. Т. 68. №. 4. С. 415–427. DOI: 10.25281/0869-608X-2019-68-4-415-427

19. *Орлова Н. Г.* Использование МООК в образовательных программах высшего образования РФ: барьеры и перспективы // Электронные образовательные технологии: решения, проблемы, перспективы. Материалы II Международной научно-практической конференции. Новосибирск: СГУПС, 2018. С. 82–86.

20. *Захарова У. С., Танасенко К. И.* МООК в высшем образовании: достоинства и недостатки для преподавателей // Вопросы образования. 2019. № 3. С. 176–202. https://vo.hse.ru/data/2019/09/16/1541238294/07%20Zakharova.pdf

21. *Герцен С. М., Глазунова И. А., Лобанова Е. А.* Влияние социальных сетей на студентов вузов // Высшее образование сегодня. 2018. № 7. С. 44–47. DOI: 10.25586/RNU.HET.18.07.P.44

22. *Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю.* Персональная образовательная среда как инструмент повышения успеваемости студентов // Перспективы Науки и Образования. 2019. № 6. С. 473–483. DOI: 10.32744/pse.2019.6.39

23. *Сорокина Н. Д.* Перемены в образовании и динамика жизненных стратегий студентов // Социологические исследования. 2003. № 10. С. 55–60. http://ecsocman.hse.ru/socis/msg/16602083.html

24. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2002. 720 с.

25. *Гордашников В. А., Осин А. Я.* Образование и здоровье студентов медицинского колледжа. М.: Академия Естествознания, 2009. 395 с.

THE INFLUENCE OF USING PARTS OF PERSONAL LEARNING ENVIRONMENT ON STUDENT PERFORMANCE AND LEARNING MOTIVATION

A. K. Pogrebnikov[1], V. N. Shestakov[1], Yu. Yu. Yakunin[1]

[1] Siberian Federal University, Krasnoyarsk
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny prospect, 79

Abstract

The article discusses the possibilities of creating and developing a personal educational environment (PLE) as a tool that allows students to improve their academic performance in universities. The study aims are to identify the links between the use of PLE parts and student performance indicators. Methods of mathematical statistics were used to investigate the results of a survey of 348 students about the use of information resources in the educational process. The analysis of the use of individual elements of the PLE for training and communication of students with each other and with teachers was held. Students using a personal learning environment mostly have a higher average mark, pass intermediate grades more successfully, and less often resort to retakes. The positive impact of using social networks and personal accounts for communication with teachers on performance indicators was revealed. One of the results of the study is the confirmation of the possibility of using PLE in an educational institution as a unified system that helps students in learning and improves average performance, due to the fact that a balanced set of elements of PLE involves in the work both successful and lagging students.

Keywords: personal learning environment, student performance, learning motivation.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-42-50

For citation:

Pogrebnikov A. K., Shestakov V. N., Yakunin Yu. Yu. Vliyanie ispol'zovaniya ehlementov personal'noj obrazovatel'noj sredy na uspevaemost' studentov i ikh motivatsiyu k obucheniyu [The influence of using parts of personal learning environment on student performance and learning motivation]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 42–50. (In Russian.)

Received: December 12, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the authors

Alexander K. Pogrebnikov, Senior Lecturer at the Base Department "Intellectual Control Systems", Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; apogrebnikov@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0001-6003-2555

Viacheslav N. Shestakov, Candidate of Sciences (Philosophy), Docent, Associate Professor at the Department of Modern Educational Technologies, Institute of Pedagogy, Psychology and Sociology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; vshestakov@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0001-7737-2900

Yuri Yu. Yakunin, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Base Department "Intellectual Control Systems", Institute of Space and Information Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; yyakunin@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-2330-2963

References

1. *Shabalina M. R.* Pedagogicheskie usloviya povysheniya akademicheskoj uspeshnosti studentov [Pedagogical conditions of raising academic successful neff of the students]. *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta — Herald of Vyatka State University*, 2009, no. 2-3, p. 59–63. (In Russian.) Available at: http://vestnik43.ru/2(3)-2009.pdf

2. *Shibaev V. P., Shibaeva L. M.* Sistema raboty po povysheniyu uspevaemosti studentov [System of work on

increase of progress of students]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The World of Science, Culture and Education*, 2013, no. 4, p. 202–203. (In Russian.)

3. *Yakunin Yu. Yu., Pogrebnikov A. K.* Personal'naya obrazovatel'naya sreda v sisteme upravleniya institutom [Personal learning environment in the university management system]. *Informatika i obrazovanie— Informatics and Education*, 2017, no. 2, p. 55–60. (In Russian.)

4. *Kompen R. T., Edirisingha P., Canaleta X., Alsina M., Monguet J. M.* Personal learning environments based on Web 2.0 services in higher education. *Telematics and Informatics*, 2019, vol. 38, p. 194–206. DOI: 10.1016/j.tele.2018.10.003

5. *Virtanen M. A., Haavisto E., Liikanen E., Kääriäinen M.* Ubiquitous learning environments in higher education: a scoping literature review. *Education and Information Technologies*, 2018, vol. 23, p. 985–998. DOI: 10.1007/s10639-017-9646-6

6. *Saz A., Engel A., Coll C.* Introducing a personal learning environment in higher education. An analysis of connectivity. *Digital Education Review*, 2016, no. 29, p. 1–14.

7. *Şahin S., Uluyol Ç.* Preservice teachers' perception and use of personal learning environments (PLEs). *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2016, vol. 17, no. 2, p. 141–161. DOI: 10.19173/irrodl.v17i2.2284

8. Twiducate. Available at: http://www.livelingua.com/twiducate/

9. Blackboard. Available at: https://www.blackboard.com/

10. Classroom 2.0. Available at: https://www.classroom20.com/

11. *Hicks A., Sinkinson C.* Critical connections: personal learning environments and information literacy. *Research in Learning Technology*, 2015, vol. 23, p. 1–12. DOI: 10.3402/rlt.v23.21193

12. eKursy. Sistema ehlektronnogo obucheniya SFU [eCourses. SFU e-learning system]. (In Russian.) Available at: https://e.sfu-kras.ru/

13. Korporativnyj portal MojSFU [Corporate portal MySFU]. (In Russian.) Available at: https://i.sfu-kras.ru/

14. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya IKIT [Automated control system IKIT]. (In Russian.) Available at: http://dec.sfu-kras.ru/

15. *Baryshev R. A., Babina O. I., Manushkina M. M., Tsvetochkina I. A.* Model' aktivnoj ehlektronnoj biblioteki universiteta na osnove servisov operezheniya zaprosa [The model of a dynamic university library based on the leading query services]. *Naučnye i tehničeskie biblioteki — Scientific and Technical Libraries*, 2019, no. 5, p. 49–66. (In Russian.) DOI: 10.33186/1027-3689-2019-5-49-66

16. *Baryshev R. A., Babina O. I., Sergienko T. V., Zakharov P. A.* Novye podkhody k razrabotke statisticheskikh form v tsikle obsluzhivaniya chitatelej [New approaches toward statistical form design in user services]. *Naučnye i tehničeskie biblioteki — Scientific and Technical Libraries,* 2018, no. 2, p. 16–25. (In Russian.) DOI: 10.33186/1027-3689-2018-2-16-25

17. *Zakharova S. S.* Vozmozhnosti edinogo nauchno-obrazovatel'nogo prostranstva bibliotek akademicheskikh institutov i vuzov [Resources of the single scientific and educational space of the libraries of academic institutes and universities]. *Naučnye i tehničeskie biblioteki — Scientific and Technical Libraries,* 2019, no. 7, p. 25–36. (In Russian.) DOI: 10.33186/1027-3689-2019-7-25-36

18. *Baryshev R. A., Manushkina M. M., Tsvetochkina I. A., Babina O. I.* Biblioteka universiteta kak tsentr upravleniya znaniyami [University library as knowledge management centre]. *Bibliotekovedenie — Russian Journal of Library Science*, 2019, vol. 68, no. 4, p. 415–427. (In Russian.) DOI: 10.25281/0869-608X-2019-68-4-415-427

19. *Orlova N. G.* Ispol'zovanie MOOK v obrazovatel'nykh programmakh vysshego obrazovaniya RF: bar'ery i perspektivy [The use of MOOCs in educational programs of higher education in the Russian Federation: barriers and prospects]. *Ehlektronnye obrazovatel'nye tekhnologii: resheniya, problemy, perspektivy. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii [Electronic educational technologies: solutions, problems, prospects. Proc. 2nd Int. Scientific and Practical Conf.]*. Novosibirsk, STU, 2018, p. 82–86. (In Russian.)

20. *Zakharova U. S., Tanasenko K. I.* MOOK v vysshem obrazovanii: dostoinstva i nedostatki dlya prepodavatelej [MOOCs in higher education: advantages and pitfalls for instructors]. *Voprosy obrazovaniya — Educational Studies Moscow*, 2019, no. 3, p. 176–202. (In Russian.) Available at: https://vo.hse.ru/data/2019/09/16/1541238294/07%20Zakharova.pdf

21. *Herzen S. M., Glazunova I. A., Lobanova E. A.* Vliyanie sotsial'nykh setej na studentov vuzov [The impact of social networks on university students]. *Vysshee obrazovanie segodnya— Higher Education Today*, 2018, no. 7, p. 44–47. (In Russian.) DOI: 10.25586/RNU.HET.18.07.P.44

22. *Pogrebnikov A. K., Shestakov V. N., Yakunin Yu. Yu.* Personal'naya obrazovatel'naya sreda kak instrument povysheniya uspevaemosti studentov [Personal learning environment as a tool for improving students' performance]. *Perspektivy Nauki i Obrazovaniya — Perspectives of Science and Education*, 2019, no. 6, p. 473–483. (In Russian.) DOI: 10.32744/pse.2019.6.39

23. *Sorokina N. D.* Peremeny v obrazovanii i dinamika zhiznennykh strategij studentov [Changes in education and the dynamics of students' life strategies]. *Sotsiologicheskie issledovaniya — Case Studies,* 2003, no. 10, p. 55–60. (In Russian.) Available at: http://ecsocman.hse.ru/socis/msg/16602083.html

24. *Rubinstein S. L.* Osnovy obshhej psikhologii [Fundamentals of General Psychology]. Saint Petersburg, Piter, 2002. 720 p. (In Russian.)

25. *Gordashnikov V. A., Osin A. Ya.* Obrazovanie i zdorov'e studentov meditsinskogo kolledzha [Education and health college medical students]. Moscow, Akademiya Estestvoznaniya, 2009. 395 p. (In Russian.)

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕЗАУРУСНОГО ПОДХОДА В ОБРАЗОВАНИИ

Ю. А. Алябышева[1], **А. Ю. Антонов**[2], **А. А. Веряев**[2]

[1] ***Алтайский государственный университет***
656049, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 61

[2] ***Алтайский государственный педагогический университет***
656031, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 55

Аннотация

В статье рассказано о том, что такое тезаурусный подход в образовании, обоснованы истоки данного подхода, предложена реализация отдельных направлений цифровизации тезаурусного подхода. Тезаурусный подход иллюстрируется двумя задачами: 1) выявление индивидуальных стилевых особенностей написания авторами текстов; 2) оценка результатов обучения (полуавтоматическая оценка текстов, порождаемых учащимися в ходе учебного процесса). Первая задача проиллюстрирована более подробно, в ней использована информационная мера Кульбака—Лейблера, знакомство с которой может быть полезным для преподавателей информатики и читателей журнала. Кроме того, расчеты, которые сделаны в первой задаче, могут быть воспроизведены даже школьниками в рамках, например, проектной работы. Во второй задаче использован менее чувствительный статистический метод Спирмена. Тезаурусный подход позволяет при использовании информационных методов рассмотреть ряд других задач, имеющих отношение к педагогическому процессу. В частности, основное направление работы по тезаурусному подходу видится в поиске и апробации алгоритмических предписаний количественного/численного анализа текстов, имеющих отношение к образованию или возникающих в образовательном процессе. К указанным выше текстам можно отнести корпус учебных и учебно-методических пособий, тексты отдельных учебных предметов, дисциплин, тем, рефераты, письменные работы, выпускные квалификационные работы студентов, сочинения школьников и др.

Ключевые слова: учебная деятельность, учебный текст, тезаурус, стилевые особенности текста, мера Кульбака—Лейблера, закон Ципфа, интеллектуальный анализ данных, статистический анализ данных, педагогическая стилеметрия, полуавтоматическая оценка текстов обучаемых.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-51-58

Для цитирования:

Алябышева Ю. А., Антонов А. Ю., Веряев А. А. Цифровизация тезаурусного подхода в образовании // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 51–58.

Статья поступила в редакцию: 29 декабря 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторах

Алябышева Юлия Анатольевна, канд. пед. наук, доцент кафедры информатики, Институт математики и информационных технологий, Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия; alyabysheva_y@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0619-9984

Антонов Александр Юрьевич, аспирант, кафедра теоретических основ информатики, Институт физико-математического образования, Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия; sanya.a23@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3240-095X

Веряев Анатолий Алексеевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой теоретических основ информатики, Институт физико-математического образования, Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия; veryaev_aa@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4338-0811

1. Введение

Прежде чем приступать к изложению основного материала статьи, сделаем некоторые предварительные пояснения.

При написании текста перед авторами стояла проблема выбора названия статьи, которое в максимальной степени отражало бы ее содержание. Альтернативный вариант названию, приведенному в заголовке, был такой: «Цифровая трансформация тезаурусного подхода в образовании». Этот вариант мы сочли в меньшей степени отражающим суть того, что к настоящему времени сделано в рамках тезаурусного подхода. Термин «трансформация» предполагает, что все необходимое в рамках подхода уже сформулировано и предложено, и осталось только перевести сделанное в цифровую форму. Напрашивается аналогия с оцифровкой аналогового сигнала, который уже есть в наличии, и имеются алгоритмы и программное обеспечение, с помощью которых это можно сделать. Применительно к данной работе на самом деле всего этого нет, и работы по цифровизации тезаурусного подхода носят поисковый и творческий характер.

В статье представлены две модельные задачи и такой возможный для потенциального осуществления класс задач по тезаурусному подходу, который ранее в педагогической литературе не рассматривался. Термин «цифровизация» с этой точки зрения является более емким, при этом совершенно не очевидно, какая математика, какие алгоритмы будут выбраны для перевода тезаурусного подхода в цифровую форму.

2. Представления о тезаурусном подходе

Нужно отметить, что тезаурусный подход достаточно редко упоминается в качестве используемого в диссертационных исследованиях по педагогике.

Поэтому имеет смысл начать с пояснения ключевых идей подхода и анонсирования того класса задач, которые могут быть решены при использовании современных информационных технологий, ставших доступными в сфере образования.

Начнем с некоторых исторических замечаний.

В работах К. Шеннона была предложена достаточно простая коммуникационная модель, которая в настоящее время чаще называется моделью Шеннона—Уивера [1]. На рисунке 1 приведена ее графическая иллюстрация: по каналу связи от источника информации к получателю передаются сигналы, а шум в канале связи препятствует этому процессу.

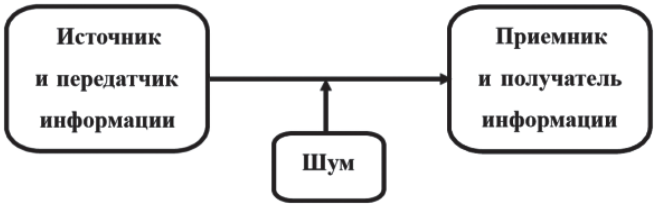


Рис. 1. Коммуникационная модель Шеннона—Уивера

Указанную модель практически сразу пытались приспособить к описанию и объяснению процесса обучения, объявляя педагогов источниками информации, а обучаемых — получателями информации. Однако не все так просто с применением этой модели в педагогике.

Во-первых, источник информации и получатель в учебном процессе постоянно меняются местами. Это замечание легко исправимо на рисунке расстановкой стрелок на изображении канала передачи информации и усложнением надписей на черных ящиках. Однако нужно отметить, что в учебном процессе могут меняться и педагогические позиции источника информации — учителя: он на время может влиться в группу обучаемых. При этом важно также, что взаимодействие идет не в системе «один к одному», а в системе «один ко многим», в группе многих могут организовываться коллективные субъекты учебной деятельности, и такие эффекты часто рассматриваются в педагогической литературе.

Во-вторых, если считать, что основным фактором, мешающим получению информации, является шум, то мы придем к абсолютизации педагогической установки: «Повторение — мать учения», чего не должно быть.

В-третьих, мы сознательно не указали на рисунке 1, что же передается по каналу связи: сигналы, данные, информация или знания. Вопрос этот чрезвычайно серьезный. Нельзя отождествлять то, что передается по каналам связи, с тем, что в конечном итоге формируется у получателя информации, однако часто это делается в ряде образовательных подходов. Очень часто на аналогичных рисунку 1 графических представлениях модели Шеннона—Уивера можно найти надпись, говорящую о передаче «сообщений». Различные ответы на вопрос: «Что передается?» приводят к разным подходам к организации педагогического процесса. В рамках тезаурусного подхода мы будем ориентироваться на то, что по каналам связи передаются «тексты», которые в процессе цифровизации нужно обрабатывать с учетом максимально возможной их семантизации. Здесь уместно вспомнить хорошо известную аббревиатуру «ЗУН», выступающую в качестве одной из составляющих целевых установок школьного или вузовского образования. В текстах (обучаемых и обучающих) не только репрезентируется знаниевый элемент, но и вербализованы умения, навыки, компетенции/компетентности, обсуждаемые в литературе УУД, личностные характеристики, опыт творческой и иной деятельности [2].

В-четвертых, в модели неявно предполагается, что все, что послано источником информации, может быть воспринято получателем, он к этому готов. На самом деле это не так, и процесс обучения состоит в том, что имеет место «перестройка» приемника информации, его возможностей. Психологи говорят, что формируются новообразования и, кроме того, меняются вероятностные связи в памяти приемника информации. А для того, чтобы учебная коммуникация была успешной, нужно также, чтобы и источник информации подстраивался под возможности ее получателя. Это замечание делает обоснованным введение понятия «тезаурус» в модель Шеннона—Уивера, подстраиваемую под нужды педагогики. Это и дает основание назвать подход, рассматриваемый в статье, тезаурусным.

Под ***тезаурусом*** в рамках данной работы будем понимать «множество смысловыражающих единиц некоторого языка с заданной на нем системой семантических отношений. Тезаурус фактически определяет семантику языка. <...> В широком смысле тезаурус интерпретируют как описание системы знаний о действительности, которыми располагает индивидуальный носитель информации или группа носителей. Этот носитель может выполнять функции приёмника дополнительной информации, вследствие чего изменяется и его тезаурус. Исходный тезаурус определяет при этом возможности приёмника при получении им семантической информации». Мы привели выдержки из статьи, написанной для Большой советской энциклопедии Ю. А. Шрейдером (см. также [3]). Именно Ю. А. Шрейдеру принадлежит введение в рассмотрение семантической информации, базирующееся на изменении (росте) тезауруса приемника информации [4].

Таким образом, одна из первых работ о роли тезаурусов была выполнена Ю. А. Шрейдером. Более подробно роль тезаурусов в педагогике отмечена и систематизирована в монографии Л. Т. Турбовича, вышедшей 50 лет назад [5], когда возможности автоматической обработки текстов были крайне ограничены. Центральной идеей в указанной работе является использование при рассмотрении педагогического процесса коммуникационной модели Шеннона—Уивера. Отметим еще раз ограниченный характер этой модели без учета изменений во времени характера работы и возможностей как источника, так и приемника информации. Тем не

менее Л. Т. Турбович обратил внимание на важность рассмотрения «сообщений» в этой модели, а следовательно, текстов, которыми обмениваются источник и приемник информации. На анализе этих текстов и будет центрироваться данная статья.

С одной стороны, нами взята за основу при рассмотрении тезаурусного подхода кибернетическая модель коммуникации, но, с другой стороны, она требует максимального привлечения положений семантики, процессов означивания, осмысливания текстов, чего в кибернетических моделях нет. В подтверждение сказанного достаточно вспомнить дискуссии и многочисленные предложения по введению синтаксических, семантических и прагматических способов измерения информации. Отсюда следует важный вывод: построение оцифрованного тезаурусного подхода в педагогике возможно только при применении достижений компьютерной лингвистики, с использованием данных, накопленных в корпусе современного русского языка (http://www.ruscorpora.ru/new/), такой характеристики, как TF-IDF (от *англ.* TF — term frequency, IDF — inverse document frequency) — статистической меры, используемой для оценки важности слова в контексте документа, а также других способов анализа текстов.

У читателя может возникнуть вопрос: почему речь в статье идет именно о подходе в педагогике, а не об отдельных методах рассмотрения педагогических явлений? Ответ достаточно прост. Легко увидеть, что применение модели Шеннона—Уивера в педагогике во всей ее полноте может повлиять на описание, а иногда и на определение всех составных частей педагогических систем (цель, содержание образования, формы, методы, средства обучения). Для этого нужно смотреть на модель Шеннона—Уивера с точки зрения разных временны́х масштабов: изучать и анализировать, какие тексты должны быть усвоены обучаемыми в течение всех лет обучения, или в рамках учебного курса, или в рамках цикла занятий. Тезаурусный подход позволяет создавать системы оценки качества образования, с его помощью можно пытаться организовывать индивидуальные образовательные маршруты обучаемых и т. д. Детальные обоснование и объяснение сказанного выходят за рамки настоящей статьи. Отметим, что в рамках тезаурусного подхода авторами ранее была разработана трехстадийная модель обучения разговорным темам в процессе преподавания английского языка [6].

Тезаурусный подход плодотворно использовался в лингвистической научной школе Ю. В. Рождественского (см., например, первый том его избранных работ [7]). Что касается более современных работ, то можно назвать ряд авторов, работавших в данном направлении: В. П. Вейдт, Т. А. Кувалдина, В. А. Луков, Л. А. Лукина, Н. В. Сидорова, Л. Ю. Монахова, Т. А. Новикова, В. А. Сидорина.

Зарубежные исследования по тезаурусному подходу в образовании ориентированы на методики изучения отдельных понятий, выявление наличия синонимов, антонимов в текстах. Это работа с отдельными словами и словоформами, а не с их статистическими характеристиками. Практически все отечественные и зарубежные работы по тезаурусному подходу, опубликованные за последние несколько десятков лет, не имеют отношения к цифровизации подхода.

3. Проблема цифрового представления текста

Ключевым моментом в цифровизации тезаурусного подхода является векторизация текста, его цифровое представление. Остановимся на этом вопросе подробнее, поскольку это позволит лучше понять две предлагаемые для иллюстрации задачи.

Существует несколько методов превращения слов в цифры. Делается это в рамках обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Далее мы будем использовать только представление текста в виде модели, получившей название «мешок слов» (bag-of-words). Суть ее состоит в том, что в тексте подсчитывают частоту, с которой встречаются слова. Как правило, при подсчетах выделяют словоформы, намного реже — словосочетания. Словоформы ранжируются по частоте (от наиболее часто встречающихся к наименее часто встречающимся). Модель порождает частотное распределение Дж. Ципфа (1948 год, его также называют гиперболическим ранговым распределением) [8]. Такие распределения часто возникают в том числе и в педагогике, однако редко используются для анализа педагогических процессов и явлений. На рисунке 2 приведено такое распределение.

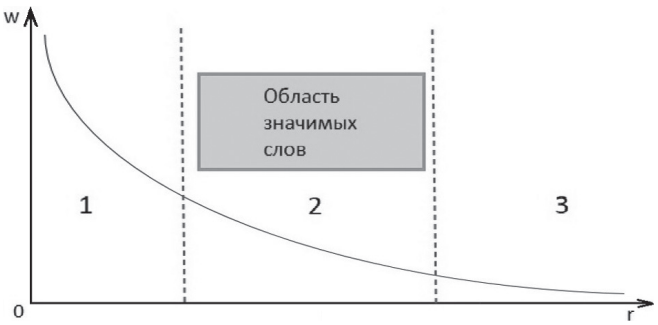


Рис. 2. Ранговое распределение словоформ/слов по частоте, с которой они встречаются в тексте. Здесь r — ранг слова, w(r) — количество слов ранга r, встретившихся в тексте. Эмпирическая зависимость на рисунке 2 описывается формулой: $w(r) = C/r$

Если положить $r = 1$, что соответствует наиболее часто используемому в тексте слову, то становится понятным смысл величины C. Слово с рангом 2 встретится в тексте с частотой в два раза меньшей: $C/2$, и т. д. Часто вместо графика, представленного на рисунке 2, для иллюстрации приводят его логарифмическую форму. Распределение на рисунке 2 приводит к хорошо известному принципу Парето — «80/20». Горизонтальная ось на рисунке репрезентирует тезаурус текста, который и породил гиперболическое распределение. Вопрос о выводе

или обосновании гиперболических распределений до настоящего времени открыт [9].

Не будем приводить в рамках статьи дополнительную информацию о законе Ципфа, точности его выполнения и т. д. Читателю, который заинтересовался этим вопросом, порекомендуем публикации [10, 11]. Первая из этих публикаций посвящена преимущественно наукометрии, вторая имеет отношение к описанию социальных явлений. Если кого-то заинтересуют ранговые распределения в технике, то можно порекомендовать познакомиться с сайтом и публикациями Б. И. Кудрина (http://www.kudrinbi.ru/). Материал статьи станет чуть более знакомым, если читатель вспомнит о так называемых облаках тегов, связанных с законом Ципфа.

На графике, приведенном на рисунке 2, принято выделять три области.

Первая область соответствует так называемым стоп-словам. Их насчитывают несколько сотен. Первые двадцать стоп-слов в русском языке такие: «и», «в», «не», «на», «я», «быть», «он», «с», «что», «а», «по», «это», «она», «этот», «к», «но», «они», «мы», «как», «из». В английском языке самым популярным является артикль «the», который встречается в среднем в каждой последовательности из 16 слов. К стоп-словам относят предлоги, местоимения, междометия, союзы и пр. Слова из первой области распределения Ципфа говорят не о содержании написанного текста, а о том, как написан текст, о его стилевых особенностях. Мусорными стоп-слова можно называть только в контексте задач, связанных с поиском информации [12]. Область стоп-слов оказывается наиболее статистически устойчивой.

Вторая область на графике рангового распределения соответствует словам, которые несут основное смысловое содержание текста. Слова и обороты из этой области нужно использовать при поиске документов в сети Интернет с помощью поисковых систем.

Наконец, третья область соответствует так называемому хвосту распределения. Отметим, что, чем больше берется текст для анализа, тем сильнее «отрастает хвост». Количество уникальных слов в тексте связано с объемом текста и описывается эмпирической закономерностью, называемой законом Хипса [13].

4. Мера Кульбака—Лейблера

Перед тем как непосредственно перейти к обсуждению двух задач из тезаурусного подхода, познакомим читателя с используемым в первой задаче математическим аппаратом для расчетов. С нашей точки зрения, его роль выходит далеко за границы рассматриваемых задач, и аппарат может быть широко использован в исследованиях по педагогике. Речь пойдет об информационной мере Кульбака, более известной в литературе как «расходимость Кульбака—Лейблера».

Пусть заданы два вероятностных распределения на одном и том же множестве событий: $P(i)$, $Q(i)$. Переменная i нумерует события. Мы рассматриваем дискретный случай. В то же время все сказанное ниже может быть распространено и на континуальный случай. Меру, или расхождение, Кульбака—Лейблера распределения Q относительно P принято записывать как $D_{\mathrm{KL}}(P\|Q)$ и определять:

$$D_{\mathrm{KL}}(P\|Q) = \sum P(i)\log_2\frac{P(i)}{Q(i)}. \qquad (1)$$

Первая работа, где введена предлагаемая к использованию мера Кульбака—Лейблера, была описана в 1951 году [14], см. также монографию [15].

Первый аргумент функционала (распределение P) обычно интерпретируется как истинное или постулируемое априори распределение, второй аргумент (распределение Q) — как проверяемое распределение. Суммирование в формуле идет по всем событиям i. Распределение $Q(i)$ служит приближением распределения $P(i)$. Значение функционала часто интерпретируют как расстояние между P и Q. Но нужно заметить, что $D_{\mathrm{KL}}(P\|Q) \neq D_{\mathrm{KL}}(Q\|P)$. Это означает, что «расстояния» от Q до P и от P до Q — разные, функционал (1) не является метрикой в пространстве распределений и не удовлетворяет неравенству треугольника. Этот факт нас вполне устраивает в силу семантики и интерпретации предлагаемых ниже вероятностных мер, поэтому симметризация выражений для расстояния между P и Q, как это часто делается, не требуется, однако наши геометрические образы и представления при интерпретации результатов перестают работать, и это нужно иметь в виду на последних стадиях визуализации и анализа результатов. Выбор основания логарифма в формуле непринципиален. Если основание равно 2, то безразмерное расстояние измеряют в битах. Расстояние Кульбака—Лейблера всегда неотрицательно и равно нулю в том случае, когда $P = Q$.

Обратим внимание на то, что мера P может быть отнесена в педагогике к тем частотам событий, что задаются учебниками, пособиями, тем, что ожидает от обучаемых учитель. А то, что реально наблюдается как результат обучения, описывается мерой Q. Таким образом, меру Кульбака—Лейблера можно использовать для оценки учебных достижений. Совокупность всевозможных вероятностных мер на разных этапах обучения можно рассматривать в качестве цифрового следа обучаемого. Объемность цифрового следа приводит к такому понятию, как «большие данные» (Big Data). Технологии с условным названием «большие данные», с нашей точки зрения, очень важны, их можно использовать в процессе цифровизации тезаурусного подхода. На это мы обращали внимание в своей обзорной статье [16].

Метод Кульбака—Лейблера на практике используют в ряде задач, например, при распознавании голоса, в медицине для диагностики патологических процессов, в психологии, в информатике для контроля сетевого трафика, распознавания образов, при изучении проблем информационного поиска и др. Часто мера Кульбака—Лейблера упоминается в работах по определению авторства текста или определению

его стилистических характеристик. В то же время нам не известны работы, в рамках которых авторы анализировали бы с помощью указанной меры входящие в тексты стоп-слова, а также не встречались работы, в которых использовался бы указанный метод в педагогике.

5. Первая иллюстративная задача

Используя информационную меру Кульбака—Лейблера, а также вероятностное распределение стоп-слов в текстах авторов, попытаться выявить количественные характеристики, имеющие отношение к авторским особенностям написания текста.

Данная задача имеет давнюю историю. Еще в начале прошлого века Н. А. Морозов (1915) пытался ввести так называемые лингвистические спектры, характеризующие авторский стиль написания текстов. С ним в полемическую дискуссию вступил академик А. А. Марков (1916). С тех пор было выпущено достаточно много работ, проведено множество исследований, защищено немалое количество диссертаций. Одна из последних работ, в которой обращается внимание на роль служебных слов (их авторы статьи называют скрепами) — это статья М. Ю. Михеева, Л. И. Эрлиха [17].

В процессе получения вероятностных мер P и Q нами анализировались фрагменты художественных произведений объемом по 5000 слов. В работе [18] было показано, что такого количества слов достаточно для приемлемой классификации текстов. Для поиска частоты стоп-слов использовался сервис на сайте: https://webscript.ru

После обработки фрагментов литературных произведений было выбрано множество из 20 стоп-слов, которое присутствует во всех анализируемых текстах. Зная частоту употребления слова в выбранном множестве слов, несложно перейти к вероятностным мерам P или Q, что и было сделано. Отметим, что варьирование мощности выделяемого множества стоп-слов — предмет дальнейших исследований.

Приведем лишь часть результатов проделанного анализа.

Были проанализированы фрагменты произведений Л. Н. Толстого «Война и мир» (ВМ), «Анна Каренина» (АК), Ф. М. Достоевского «Преступление и наказание» (ПН), «Идиот» (И), Н. В. Гоголя «Мертвые души» (МД), «Вий» (В).

Далее приведены меры Кульбака—Лейблера, вычисленные по методу, изложенному выше:

$D_{\mathrm{KL}}(\text{ВМ}\|\text{АК}) = 0{,}04586$; $D_{\mathrm{KL}}(\text{АК}\|\text{ВМ}) = 0{,}03843$;

$D_{\mathrm{KL}}(\text{ПН}\|\text{И}) = 0{,}04380$; $D_{\mathrm{KL}}(\text{И}\|\text{ПН}) = 0{,}04034$;

$D_{\mathrm{KL}}(\text{МД}\|\text{В}) = 0{,}04892$; $D_{\mathrm{KL}}(\text{В}\|\text{МД}) = 0{,}04721$;

$D_{\mathrm{KL}}(\text{ВМ}\|\text{ПН}) = 0{,}06075$; $D_{\mathrm{KL}}(\text{ПН}\|\text{ВМ}) = 0{,}05782$;

$D_{\mathrm{KL}}(\text{ПН}\|\text{МД}) = 0{,}06627$; $D_{\mathrm{KL}}(\text{МД}\|\text{ПН}) = 0{,}05881$;

$D_{\mathrm{KL}}(\text{ВМ}\|\text{МД}) = 0{,}08789$; $D_{\mathrm{KL}}(\text{МД}\|\text{ВМ}) = 0{,}07574$.

Нетрудно заметить, что внутриавторские расхождения Кульбака—Лейблера меньше, чем межавторские. В процентном отношении это расхождение иногда достаточно значительное. Таким образом, мера Кульбака—Лейблера, подсчитанная на подмножестве стоп-слов, дифференцирует (различает) авторские стилевые особенности написания текстов. Это позволяет надеяться на выявление такой характеристики, как «стиль учебной деятельности», имеющей непосредственное отношение к педагогике.

Нами был реализован также и статистический метод различения текстов, основанный на использовании критерия Спирмена. Детали расчета здесь описывать не будем, поскольку статистический метод оказался менее чувствительным по сравнению с информационным.

Из результатов можно сделать ряд выводов.

Метод Кульбака—Лейблера достаточно чувствителен. Почему стоп-слова дают такой эффект — нужно дополнительно разбираться. Расхождение Кульбака—Лейблера описывает интегративный эффект и не требует индивидуальных сравнений по каждой «скрепе», как это сделано в работе М. Ю. Михеева и Л. И. Эрлиха [17]. Дополнительного исследования требует зависимость эффекта от объемов анализируемого текста. Метод открывает возможности цифрового изучения эволюции индивидуального стиля во времени, привязки стиля к тематике текстового произведения. Несложная математика позволяет надеяться на то, что исследования, аналогичные приведенному, могут реализовываться даже в школе в качестве проектной работы.

6. Вторая иллюстративная задача

Очередная задача тезаурусного подхода посвящена полуавтоматической оценке ответов обучаемых. Поскольку для этой задачи важно содержание текстов, для анализа и цифровизации выбирались слова преимущественно из области 2 распределения Ципфа, но, если эталонные учебные тексты требовали знания слов из областей 1 и 3, они вводились в рассмотрение. Тексты, которые анализировались в этой задаче, намного меньше по объему, чем в предыдущей задаче. Объем сданных учащимися текстов составлял примерно 300 слов. По этой причине порождаются ситуации, когда в вероятностной мере Q возникают события, для которых некоторые $Q(i)$ оказываются равными нулю. То есть отдельные слова/словоформы обучаемые просто не усвоили, забыли, не использовали в отчете или ответе. В выражении для расходимости Кульбака—Лейблера для таких слов возникает расходимость (нули в знаменателях), которую нужно обрабатывать особо. Мы же стремились реализовать некоторый унифицированный подход. По этой причине мы отказались от использования метода Кульбака—Лейблера и решили считать эффекты, опираясь на статистический критерий Спирмена. Этот метод, как показывают наши оценки, является менее чувствительным, но тем не менее в данной задаче он приводит к положительным, нужным нам результатам.

Следует отметить, что процедура оценивания учебных достижений является достаточно сложной,

противоречивой, несущей заметный элемент субъективности. Не случайно обучаемые предпочитают компьютерные формы контроля, считая их более объективными. Педагоги-методисты для упрощения процедур оценивания вводят всевозможные нормы-образцы, пытаются классифицировать задания по уровню сложности, вводят градации, отражающие и учитывающие трудность и сложность заданий.

Если обратиться к хорошо известной таксономии Блума целей обучения (сейчас принято выделять две таксономии Блума: старую, от 1956 года, и модифицированную, сделанную учениками Блума), то можно обнаружить, что первые три цели («знание», «понимание», «использование») достаточно легко репрезентируются в заданиях, которые затем могут быть подвергнуты автоматической или компьютерной проверке. Совсем иное — это проверка достижения трех других целей обучения, которые в рамках таксономии фиксируются как умение обучающимися проводить «анализ», «синтез», «оценку» ситуаций (профессиональных, квазипрофессиональных, жизненных и пр.). Задачи, отражающие первые три цели обучения, проверяются на умении выстраивать цепочки логических умозаключений, алгоритмически мыслить, фреймировать свою деятельность. Совсем другое дело — решение задач, отражающих следующие три цели обучения. Здесь, как правило, обучаемый для проверки предоставляет текст, который является слабо структурированным объектом, анализировать который сложно.

Мы не претендуем на то, что предлагаемая процедура полностью решит проблему оценивания неструктурированного текста. Она всего лишь может помочь преподавателю более результативно разобраться в работах обучаемых, чтобы в дальнейшем обратить внимание на выявленные слабые или сильные стороны работ. Ситуация напоминает ставшую общепринятой практику проверки сдаваемых текстов на заимствования. После того как такая проверка проведена, все равно приходится разбираться с тем, свой ли текст заимствован, много ли источников проработал автор или списал из одного места, например, реферата с одноименным названием. Такая автоматическая проверка работ на заимствования очень полезна в работе учителя и преподавателя вуза. Также может оказаться полезной предварительная оценка текстов по предлагаемому алгоритму.

Суть алгоритма состоит в следующем.

На первом этапе ранжируются по частоте слова из эталонного текста, затем строится второй проранжированный ряд с использованием ответа, представленного обучаемым. После согласования (сопряжения) второго ряда с первым происходит вычисление ранговой корреляции Спирмена [19].

Чем ближе коэффициент корреляции к 1, тем «адекватнее» проверяемая работа эталонной. Последнее утверждение выступало в качестве гипотезы в настоящем исследовании. Мы проверили это утверждение, сравнив оценки, выставленные педагогом при традиционном чтении и анализе текстов, с набором коэффициентов ранговой корреляции Спирмена, полученных на первом этапе оценивания за эти же работы. Проверка осуществлялась с использованием того же критерия ранговой корреляции Спирмена. Поскольку набор оценок учителя ограничен («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а группы школьников составляли от 10 до 15 человек, в этом случае вычисление ранговой корреляции Спирмена было более сложным, учитывающим наличие одинаковых рангов в рядах [19]. В первом случае при осуществлении расчетов сопряжение последовательностей рангов определялось словами, во втором случае сопряжение последовательностей осуществлялось перечнем учащихся. (Не будем на страницах журнала приводить математические выкладки и расчетные формулы.)

Эталонный текст был взят из учебника В. В. Артемова по учебной дисциплине «История» (для всех специальностей СПО). Учебник актуален, был издан в 2018 году в соответствии с ФГОС СПО для всех специальностей. После семантического анализа, проведенного с помощью ресурса «Адвего — SEO-анализ текста» (https://advego.com/text/seo/), была выявлена плотность ключевых слов, так называемого семантического ядра, которое мы проранжировали по частоте употребления, предписав каждому слову порядковое число. Обучающиеся выполняли письменные задания в рамках изучения материала учебной темы, собранные работы были оценены и иерархично выстроены в зависимости от отметки. Отметим, что гипотеза, о которой говорилось выше в тексте, в основном подтверждается. Корреляции между оценками учителя и автоматической «оценкой» текстов получаются выше 0.85.

7. Заключение

Таким образом, в настоящей статье продемонстрированы основные положения тезаурусного подхода в педагогике. Показано, как можно осуществлять цифровизацию этого подхода. В качестве примера разобраны две модельные задачи. Результаты позволяют надеяться на дальнейшие продвижения в деле цифровизации подхода, в основе которого рассматривается «учебный текст».

Список использованных источников

1. *Shannon C. E., Weaver W.* The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, 1971. 144 p.

2. *Веряев А. А.* Отражение в лексиконе учащихся их образованности, личностных качеств и характеристик. Возможности исследования // Школьные технологии. 2010. № 5. С. 123–133.

3. *Шрейдер Ю. А.* Тезаурус в информатике и теоретической семантике // Научно-техническая информация. 1971. № 3.

4. *Шрейдер Ю. А.* Об одной модели семантической информации // Проблемы кибернетики. 1965. № 13. С. 233–240.

5. *Турбович Л. Т.* Информационно-семантическая модель обучения. Ленинград: ЛГУ, 1970. 133 с.

6. *Антонов А. Ю., Веряев А. А.* Использование пакета CmapTools и концепт-карт в процессе обучения англий-

скому языку // Преподаватель XXI век. 2017. № 1-1. С. 9–19. http://prepodavatel-xxi.ru/sites/default/files/PXXI_2017-1-1.pdf

7. *Рождественский Ю. В.* Философия языка. Культуроведение и дидактика. Т. 1. М.: Грантъ, 2003. 239 с.

8. Закон Ципфа. https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Ципфа

9. *Маслов В. П., Маслова Т. В.* О законе Ципфа и ранговых распределениях в лингвистике и семиотике // Математические заметки. 2006. Т. 80. № 5. С. 718–732. DOI: 10.4213/mzm3081

10. *Яблонский А. И.* Модели и методы исследования науки. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 400 с.

11. *Хайтун С. Д.* Количественный анализ социальных явлений. М.: КомКнига, 2010. 280 с.

12. *Маннинг К. Д., Рагхаван П., Шютце Х.* Введение в информационный поиск. М.: Вильямс, 2011. 528 с.

13. Закон Хипса. https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Хипса

14. *Kullback S., Leibler R. A.* On information and sufficiency // The Annals of Mathematical Statistics. 1951. Vol. 22. No. 1. P. 79–86. DOI: 10.1214/aoms/1177729694

15. *Кульбак С.* Теория информации и статистика. М.: Наука, 1967. 408 с.

16. *Веряев А. А., Татарникова Г. В.* Educational Data Mining и Learning Analytics —направления развития образовательной квалитологии // Преподаватель XXI век. 2016. № 2-1. С. 150–160. https://drive.google.com/file/d/0Bww8v66PaPfWSFpSbHlqQTJ0aHM/view

17. *Михеев М. Ю., Эрлих Л. И.* Идиостилевой профиль и определение авторства текста по частотам служебных слов // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2018. № 2. С. 25–34.

18. *Шевелев О. Г.* Разработка и исследование алгоритмов сравнения стилей текстовых произведений: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Томск, 2006. 18 с.

19. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 2003. 479 с.

DIGITALIZATION OF THE THESAURUS APPROACH IN EDUCATION

Yu. A. Alyabysheva[1], **A. Yu. Antonov**[2], **A. A. Veryaev**[2]

[1] ***Altai State University***
656049, Russia, Altai Krai, Barnaul, prospect Lenina, 61

[2] ***Altai State Pedagogical University***
656031, Russia, Altai Krai, Barnaul, ul. Molodezhnaya, 55

Abstract

The article describes what the thesaurus approach in education is like, its origins are justified, and it also suggests the implementation of certain areas of digitalization of the thesaurus approach. The thesaurus approach is illustrated by two tasks: 1) the identification of individual stylistic features of authors' texts; 2) assessment of learning outcomes (semi-automatic assessment of texts generated by students during the educational process). The first task is illustrated in more details, in it the Kullback—Leibler information measures are used, familiarity with which, in our opinion, will be useful to informatics teachers and readers of the journal. In addition, the calculations made in the first task can be reproduced even by school students in the framework of, for example, project activity. In the second task, the less sensitive Spearman statistical method was used. The thesaurus approach allows using information methods to consider a number of other tasks related to the pedagogical process. In particular, the main direction of work on the thesaurus approach is seen in the search and testing of algorithmic prescriptions for the quantitative/numerical analysis of texts related to education or arising in the educational process. The aforementioned texts include the corpus of educational and teaching aids, texts of individual academic subjects, disciplines, topics, essays, written works, final qualifying works of students, essays made by school students, etc.

Keywords: educational activity, educational text, thesaurus, stylistic features of text, Kullback—Leibler measure, Zipf's law, data mining, statistical data analysis, pedagogical stylemetry, semi-automatic assessment of student texts.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-51-58

For citation:

Alyabysheva Yu. A., Antonov A. Yu., Veryaev A. A. Tsifrovizatsiya tezaurusnogo podkhoda v obrazovanii [Digitalization of the thesaurus approach in education]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 51–58. (In Russian.)

Received: December 29, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the authors

Yulia A. Alyabysheva, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Informatics, Institute of Mathematics and Information Technologies, Altai State University, Barnaul, Russia; alyabysheva_y@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0619-9984

Alexander Yu. Antonov, postgraduate student, the Department of Theoretical Foundations of Informatics, Institute of Physical and Mathematical Education, Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia; sanya.a23@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3240-095X

Anatoly A. Veryaev, Doctor of Sciences (Education), Professor, Head of the Department of Theoretical Foundations of Informatics, Institute of Physical and Mathematical Education, Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia; veryaev_aa@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4338-0811

References

1. *Shannon C. E., Weaver W.* The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press, 1971. 144 p.

2. *Veryaev A. A.* Otrazhenie v leksikone uchashhikhsya ikh obrazovannosti, lichnostnykh kachestv i kharakteristik. Vozmozhnosti issledovaniya [Reflection in the vocabulary of students of their education, personal qualities and characteristics. Research opportunities]. *Shkol'nye tekh-*

nologii — School Technologies, 2010, no. 5, p. 123–133. (In Russian.)

3. *Schreider Yu. A.* Tezaurus v informatike i teoreticheskoj semantike [Thesaurus in informatics and theoretical semantics]. *Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya — Scientific and Technical Information*, 1971, no. 3. (In Russian.)

4. *Schreider Yu. A.* Ob odnoj modeli semanticheskoj informatsii [About one model of semantic information]. *Problemy kibernetiki — Cybernetics Problems*, 1965, no. 13, p. 233–240. (In Russian.)

5. *Turbovich L. T.* Informatsionno-semanticheskaya model' obucheniya [Information-semantic model of learning]. Leningrad, LSU, 1970. 133 p. (In Russian.)

6. *Antonov A. Yu., Veriaev A. A.* Ispol'zovanie paketa CmapTools i kontsept-kart v protsesse obucheniya anglijskomu yazyku [CmapTools and concept-maps in the process of learning English]. *Prepodavatel XXI vek— Teacher of the 21st Century*, 2017, no. 1-1, p. 9–19. (In Russian.) Available at: http://prepodavatel-xxi.ru/sites/default/files/PXXI_2017-1-1.pdf

7. *Rozhdestvensky Yu. V.* Filosofiya yazyka. Kul'turovedenie i didaktika. T. 1 [Philosophy of language. Cultural studies and didactics . Vol. 1]. Moscow, Grant", 2003. 239 p. (In Russian.)

8. Zakon Tsipfa [Zipf's law]. (In Russian.) Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Ципфа

9. *Maslov V. P., Maslova T. V.* O zakone Tsipfa i rangovykh raspredeleniyakh v lingvistike i semiotike [On Zipf's law and rank distributions in linguistics and semiotics]. *Matematicheskie zametki — Mathematical Notes*, 2006, vol. 80, no. 5, p. 718–732. (In Russian.) DOI: 10.4213/mzm3081

10. *Yablonsky A. I.* Modeli i metody issledovaniya nauki [Models and Methods of Science Research]. Moscow, Ehditorial URSS, 2001. 400 p. (In Russian.)

11. *Haitun S. D.* Kolichestvennyj analiz sotsial'nykh yavlenij [Quantitative analysis of social phenomena]. Moscow, KomKniga, 2010. 280 p. (In Russian.)

12. *Manning C. D., Raghavan P., Schutze H.* Vvedenie v informatsionnyj poisk [Introduction to information retrieval]. Moscow, Vil'yams, 2011. 528 p. (In Russian.)

13. Zakon Khipsa [Heaps' law]. (In Russian.) Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Хипса

14. *Kullback S., Leibler R. A.* On information and sufficiency. *The Annals of Mathematical Statistics*, 1951, vol. 22, no. 1, p. 79–86. DOI: 10.1214/aoms/1177729694

15. *Kullbak S.* Teoriya informatsii i statistika [Information theory and statistics]. Moscow, Nauka, 1967. 408 p. (In Russian.)

16. *Veryaev A. A., Tatarnikova G. V.* Educational Data Mining i Learning Analytics — napravleniya razvitiya obrazovatel'noj kvalitologii [Educational Data Mining and Learning Analytics — directions of the educational qualitology development]. *Prepodavatel XXI vek — Teacher of the 21st Century*, 2016, no. 2-1, p. 150–160. (In Russian.) Available at: https://drive.google.com/file/d/0Bww8v66PaPfWSFpSbHlqQTJ0aHM/view

17. *Mikheev M. Yu., Erlikh L. I.* Idiostilevoj profil' i opredelenie avtorstva teksta po chastotam sluzhebnykh slov [Idiostyle profile and definition of authorship of the text according to the frequencies of service words]. *Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya. Seriya 2: Informatsionnye protsessy i sistemy — Scientific and technical information. Series 2: Information processes and systems*, 2018, no. 2, p. 25–34. (In Russian.)

18. *Shevelev O. G.* Razrabotka i issledovanie algoritmov sravneniya stilej tekstovykh proizvedenij: avtoref. dis. ... kand. tekh. nauk [Development and research of algorithms for comparing styles of textual works. Cand. eng. sci. diss. author's abstract]. Tomsk, 2006. 18 p. (In Russian.)

19. *Gmurman V. E.* Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika [Theory of probability and mathematical statistics]. Moscow, Vysshaya shkola, 2003. 479 p. (In Russian.)

НОВОСТИ

В России разработали нейросервис для «усиления» интеллекта человека

«Лаборатория знаний» объявила о запуске в промышленную эксплуатацию нейротехнологического сервиса Neuroangel. Он предназначен для повышения продуктивности и усиления интеллектуальной деятельности человека и команд. Команда специалистов «Лаборатории знаний» разрабатывала нейротехнологический сервис с 2016 года.

Neuroangel — это программно-аппаратный комплекс, состоящий из нейроинтерфейса, который снимает сигналы мозга, и программного обеспечения, оценивающего психоэмоциональное состояние человека и дающего рекомендации по его коррекции. Возможны различные варианты его применения. Например, нейросервис помогает найти свое продуктивное состояние для каждого вида деятельности и быстро входить в него для выполнения конкретных задач. Также технология позволяет оценить эффективность обучения, оценивая вовлеченность, уровень концентрации и другие параметры у студентов во время лекции. Кроме этого, с помощью Neuroangel можно проанализировать метакомпетенции сотрудников, оценить эффективность работы команды и каждого ее участника.

В декабре 2019 года «Лаборатория знаний» внедрила нейротехнологический сервис в образовательный процесс Московской финансово-юридической академии (МФЮА). Вуз планирует использовать технологию для повышения качества преподавания в аудитории и онлайн, а также для создания и реализации индивидуальных образовательных траекторий.

Александр Макаров, генеральный директор «Лаборатории знаний» отметил, что в течение последнего года была собрана обширная обратная связь от потенциальных и реальных заказчиков о технологии и вариантах ее применения и наибольший интерес нейротехнологический сервис вызвал у HR-сообщества и высших учебных заведений.

(По материалам CNews)

MOBILE ROBOT AUTOMATIC NAVIGATION CONTROL ALGORITHM BASED ON FUZZY NEURAL NETWORK IN INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS ENVIRONMENT

P. Pei[1], **Yu. N. Petrenko**[1]

[1] ***Belarusian National Technical University, Minsk, The Republic of Belarus***
220013, The Republic of Belarus, Minsk, prospect Nezavisimosti, 65

Abstract

Mobile robot is an important developing direction in the field of robotics, it is widely used in Industrial Internet of Things (IIoT) environment, agriculture, military, transportation, services with the coming of 5G wireless communication technology. Automatic navigation control technology is the core in these research areas, which is also the key technology for mobile robot to achieve intelligentization and autonomation.

The article discusses and researches the neural network technology and its application in mobile robot navigation control. For the characteristics and research of mobile robot navigation problem, it finds the way to improve the mobile robot intelligentization, level of the self-organization, self-learning and adaptive capability. The combination of neural network with other intelligent algorithms solves autonomous navigation problem of the mobile robot in the complex uncertain environments and unknown variable environments. The mobile robot navigation control problem using fuzzy neural network can achieve a more effective real-time navigation control performance through amending the network weights by self-study according to the navigation priori knowledge of human experts.

Keywords: automatic navigation control, 5G, neural network, fuzzy neural network.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-59-67

For citation:

Pei P., Petrenko Yu. N. Mobile robot automatic navigation control algorithm based on fuzzy neural network in industrial Internet of things environment. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 1, p. 59–67.

Received: November 11, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the authors

Pei Ping, postgraduate student at the Department "Information Systems and Technologies", International Institute of Distant Education, Belarusian National Technical University, Minsk, The Republic of Belarus; peiping123456.love@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6751-7598

Yury N. Petrenko, IEEE Life Member, Candidate of Sciences (Engineering), Docent, Associate Professor at the Department "Information Systems and Technologies", International Institute of Distant Education, Belarusian National Technical University, Minsk, The Republic of Belarus; ypetrenko@bntu.by

1. Introduction

Creating the ability of artificial neural network to simulate part of human image thinking is an approach to simulate artificial intelligence. In particular, the artificial neural networks combine to 5G wireless network can be used to solve some of the problems encountered in artificial intelligence research [1]. The application of artificial neural network theory has penetrated into many fields, with gratifying achievement in computer vision, pattern recognition, intelligent control, nonlinear optimization, and adaptive filtering phase information processing and other aspects [2]. Meanwhile, the neural network has also been widely used in the fields of robot kinematics, dynamics and control, etc., due to its adaptive learning function and non-linear mapping capability [3]. In the mobile robot navigation, it was mainly used for the representation of the environment model, local planning, global planning, sensor information fusion, robot control system and so on [4]. In this chapter, the working principle and learning method of neural network was systematically described, several typical neural network models were introduced, and a robot neural control based on fuzzy neural network was studied. In the neural network framework, the qualitative knowledge was introduced, namely, the neural network was constructed by the fuzzy rule by adding fuzzy layer to the input layer and the output layer of the conventional neural network. The adaptive learning mechanism of the neural network was retained while the network weight was given with a clear physical meaning. Finally, the fuzzy neural network algorithm was applied to the mobile robot navigation control simulation experiment. Based on the priori knowledge summarized by human navigation experts, the network weight was corrected by self-learning to achieve more effective real-time navigation control.

2. Overview of artificial neural network

The artificial neural network is a complex network system that is comprised of numerous simple processing units that reflect nonlinear essential features (such as neurons, processing elements, electronic components, optoelectronic components, etc.). It is proposed based on modern neuroscience research and a reflection of the basic characteristics of human brain function.

However, it is a certain simplification, abstraction and simulation of the human brain, not a true portrayal [4]. The neural network is a very large-scale continuous-time dynamic system with high nonlinearity, which is mainly characterized by distributed storage of information and parallel collaborative processing of information. Although the structure of a single neuron is extremely simple with limited function, the network system composed of a large number of neurons has a rich and colorful behavior. The parallel processing capability of neural network is achieved by a distributed structure in which processes are represented by different numbers of neurons and different interconnection modes and patterns. The operation of the neural network is the transfer process from the input to the output value in which the storage and calculation of the information is completed simultaneously, thus perfectly combining the information access with the calculation. The transfer process of values is similar to that of the current in the resistive network, and the individual neurons in the neural network are working in a parallel way. This intrinsic parallelism differs from the parallelism of the parallel computers in terms of concepts and implementation methods. Compared with digital computers, neural network system has the ability to collectively compute and adaptively learn. In addition, it is excellent at association, synthesis and promotion with strong fault tolerance and robustness.

3. Neural network model

The basic structure of the nervous system is a neuron (neural cell), which is the basic unit for processing information between various parts of the human body. Neurobiologists have found that there were typically 1.4×10^{11} neurons in a human brain. Each neuron consists of a cell body, an axon that connects other neurons, and dendrites which are short and protruding outward. The function of axons is to transmit the output signal (excitement) of this neuron to other neurons. Numerous nerve endings at its ends allow excitement to be transmitted to multiple neurons simultaneously. The function of dendrites is to accept excitement from other neurons. The neuron cell body simply processes all the signals it receives (such as weighted summation which takes into account all input signals and reflects the degree of emphasis on each signal in different weights) before being exported by axons. The part of the neuron dendrites that is interconnected with the nerve endings of another neuron is called a synapse [4]. The brain is able to handle extremely complex analysis and reasoning work since there is a huge number of neurons in the brain on the one hand and the neurons have the ability to nonlinearly process input signal on the other hand. Therefore, a neuron mathematical model that is closer to engineering as Figure 1 can be further established, which is a multi-input single-output nonlinear unit, with weights representing the strength of the connection between neurons, and $f(x)$ as a nonlinear transfer function [4].

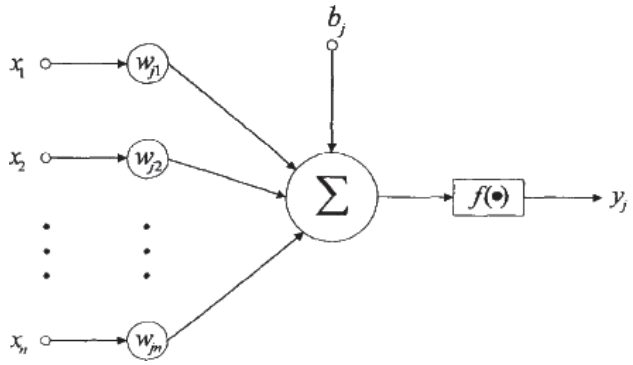


Fig. 1. Mathematical model of neurons

The mathematical expression of the model is as follows:

$$y_j = f(\sum_{i=1}^{n} w_{ji} x_t - b_j), \quad (1)$$

where:

x_t is the input signal at the input end;
w_{ji} — connecting weight coefficient;
b_j — the offset of the neuron;
n — the number of input signals;
y_j — the output of the jth neuron;
$f(\bullet)$ — excitation function (or output transform function).

Various complex neural network systems are composed of a large number of interconnected neurons. The common neural network model is the PDP (Parallel Distributed Processing) model proposed by Rumehalt, which covers the following eight aspects [4]. Various complex neural network systems are composed of a large number of interconnected neurons. The common neural network model is the PDP (Parallel Distributed Processing) model proposed by Rumehalt, which covers the following eight aspects [5].

1. The neural network is composed of a group of neurons, which determines that the neural network has parallel processing capability. The MP model is used by each neuron in the neural network uses, but can be divided into input unit that accepts input from the outside world, output unit that sends a signal to the outside world, and hidden unit that is an internal unit of the system without any connection with the outside world. The definition of transfer functions and output functions for different neurons may vary as required.

2. The activation state of the neural network is a state vector composed of the activation states of all neurons, indicating the activation pattern of the system, and characterizing the object represented by the system at time t. The activation value of the unit can be taken as continuous value, such as a value between [0, 1], or a discrete value, such as {0, 1}.

3. The output of Unit i is calculated with the following equation: $o(t) = f(a(t))$, where $f(\bullet)$ can be identity function, threshold function and so on. The output vector of the neural network, $O(t)$ is constituted by entire unit outputs.

4. The connection pattern means the interconnection between units, which is represented by a connection

weight matrix W. w_{ij} represents the strength and nature of the connection from unit i to unit j. If unit i excites unit j, then $w_{ij} > 0$; if unit i suppresses unit j, then $w_{ij} < 0$. The absolute value of w_{ij} represents the connection strength. The connection pattern constitutes the knowledge of the system, which is distributed in the weight matrix in the form of encoding. A weight matrix is an encoding method that reflects certain knowledge. Thus, the connection pattern embodies the distributed capabilities of the neural network.

5. The passing rule means the combination of the output vector $O(t)$ with the connection matrix, which is the rule that various types of input enter the unit to generate a net input. The net input for unit i is calculated with the following equation: .$\text{net}_i = \sum_j w_{ij} o_j(t)$.

6. The activation rule is the rule for updating of the system pattern, which is directly reflected as the activation rule of a single unit, namely $a(t) = F\left(a(t-1), net(t) - b\right)$, represented as $a(t) = F\left(net(t)\right)$ under simple pattern.

7. Learning ability is an important feature of the neural network. The learning is the process of changing the system knowledge in order for it to approximate the knowledge to be learned. Since the system knowledge is represented by the connection weight matrix, it is the rule for changing the weight. The learning rules in the PDP model are derived from the Hebb rules to some extent.

8. The working environment is the overall input pattern of the vector set to the external input. Some PDP models require orthogonal sets or linear independent sets, while some PDP models can be used to learn arbitrary input patterns [5].

4. Learning rules in neural network

An appropriate learning method is required for a neural network whose topology has been determined, in order to enable the neural network to exhibit some intelligent characteristics. It can be said that the learning method is the core of researches on artificial neural network [5].

Different functional areas in the brain have their own learning rules. These complete and ingenious learning rules are obtained by the brain in the process of the evolution. For the artificial neural network, the learning method is ultimately the method for adjustment of the network connection weight. The learning algorithms of artificial neural networks can be divided into supervised learning and unsupervised learning. Supervised learning is performed by an external teacher signal, that is, to require a pattern pair that gives both input and correct expected output. When there is any difference between calculated result and expected output, the network will finally generate the correct results by repeating the training through the automatic adjustment mechanism. Unsupervised learning rules do not involve external teacher signals, and their learning behavior is detection rule adaptive to the input space. Since dynamic input signals are provided to the system in the learning process, and each unit may compete in some way, the winner neurons themselves or their neighborhood are enhanced while other neurons are further suppressed, thus dividing the signal space into multiple effective areas.

The three main rules that are commonly used include [6]:

l) Hebb learning rule for unsupervised learning:

Hebb learning is a kind of related learning based on the following idea: If two neurons are excited simultaneously, the connection strength between them is proportional to the product of their excitation. Let o_i be the activation value (output) of unit i, o_j be the activation value of unit j, and w_{ij} be the connection weight coefficient of unit j to unit i, then the Hebb learning rule can be expressed by the following equation:

$$\Delta w_{ij} = \alpha o_i(t) o_j(t), \tag{2}$$

where α is learning rate.

2) Supervised learning rules or Widow-Hoff learning rules:

The supervised learning rules are created by introducing the teacher signal into the Hebb learning rule and substituting o_i in the equation (3) with the difference between the expected target output d_i and the actual output o_i of the network.

$$\Delta w_{ij} = \alpha[d_{ii}(t) - o_i(t)] o_j(t). \tag{3}$$

The above equation indicates that the change in the connection strength between the two neurons is proportional to the difference between the teacher signal d_i and the actual output o_i of the network.

3) Supervised Hebb learning rule is created by combining unsupervised Hebb learning rules with supervised learning rules:

$$\Delta w_{ij} = \alpha[d_i(t) - o_i(t)] o_i(t) o_j(t). \tag{4}$$

This learning rule enables neurons to respond to an unknown outside world through an association search, namely, enhancing or weakening the corresponding output under the guidance of the teacher's signal $d_i(t) - o_i(t)$ through relevant learning and self-organization of the environmental information [6].

5. Research on mobile robot navigation control based on fuzzy neural network

5.1. Principle for fuzzy neural network

The fuzzy neural network is a local approximation network that combines the knowledge structure of fuzzy logic reasoning with the self-learning ability of neural network, which is the product of the combination of fuzzy theory and neural network. With the advantages of both the neural network and fuzzy control, it integrates learning, association, recognition, adaption and fuzzy information processing. The combination of fuzzy logic and neural network is one of the key technologies for achieving machine intelligence. By organically combining fuzzy technology with neural

network technology, it has the ability to effectively exert their respective advantages and make up for the shortcomings [7]; the advantage of fuzzy technology lies in the logic reasoning ability which is easy to carry out high-order information processing and introduce fuzzy technology into the neural network, thereby broadening the scope and capabilities of the neural network to process information. In such a way, it can process not only accurate information but also fuzzy or inaccurate information, thus achieving accurate association and mapping as well as inaccurate association and mapping, especially fuzzy association and mapping. Due to is strong advantages in learning and automatic recognition of patterns, the neural network used for fuzzy information processing makes it possible to automatically extract fuzzy rules and automatically generate fuzzy membership functions, thereby allowing the fuzzy system to become an adaptive fuzzy system.

Currently, the fuzzy neural network model is mostly a multi-layer forward network structure, which is attributed to the unidirectional nature of fuzzy reasoning. Different types of fuzzy neural networks have been established based on different neurons and different fuzzy components. Fuzzy neural networks vary mainly depending on membership function, fuzzy weighting operator, fuzzy excitation function and input and output form, as well as structure and parameter setting and adjustment methods [8]. In this thesis, the qualitative knowledge was introduced under the neural network framework, namely, adding fuzzy layer to the input layer and output layer of the conventional neural network. The neural network was established with fuzzy rules in order to retain the learning mechanism of the neural network while providing definite physical meaning for the network weight. By combining the advantages of the fuzzy method with those of the neural network, this method was more targeted than the common neural network. The fuzzy neural network control system is designed basically the same as the fuzzy controller. In this section, the fuzzy neural network was controlled through correction of the self-learning network weight, by establishing the model for fuzzy variable set, the membership function and the fuzzy reasoning control was established with the multi-layer feed-forward BP network [9].

5.2. Fuzzy neural network structure

Figure 2 shows the structure of a fuzzy neural network control model, which is a five-layer network. First, the input and output of the fuzzy neural network neurons is formally described. Each neuron input in the network is defined as $f^{(q)}(x_1^{(q-1)},\ldots,x_n^{(q-1)};w_{ji}^q,\ldots,w_{ji}^q)$ and the output of the node as $x_j^q = g^{(q)}(f^{(q)})$, where the superscript q represents the number of layers. Layer 1: This is the input layer consisting of n input values, and its node is the input node, representing the input linguistic variable [10]. It plays a role in transferring the input value to the next layer, that is $f_i^{(1)} = x_i$, with a connection weight of 1. Layer 2: This is the fuzzification layer which performs a fuzzification of the input values quantitatively, that is, to define some

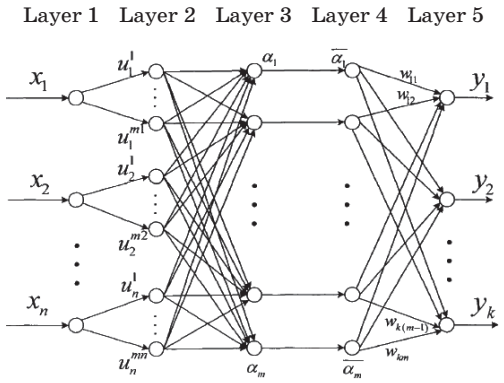


Fig. 2. Fuzzy neural network structure

fuzzy subsets for the input values and then convert these input values into degree of membership on the corresponding fuzzy subsets through the membership function on the corresponding fuzzy subsets. Each node represents a linguistic variable value, such as LB, RS, etc. The radial basis function was used as the excitation function for neurons mentioned here, which generally had different shapes like Gaussian, bell, trapezoidal or triangular. The radial basis function in this thesis was Gaussian function, namely:

$$F = \frac{(x_i^{(2)} - c_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}, \text{ and } \alpha = e^F, \tag{5}$$

where c_{ij} and σ_{ij} in the equation (5) represents the center and width of the Gaussian function in the jth term of the ith input linguistic variable, respectively. When there is an accurate signal input at the input layer, the corresponding membership can be generated in Layer 2 under the excitation of the radial basis function [11]. The nodes in Layer 3 are rule nodes representing fuzzy logic rules. The links in this layer are used to implement precondition or antecedent matching for generating fuzzy logic, that is, to calculate the applicability of each rule. Rule nodes perform the fuzzification and operations:

$$f = \min(x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \ldots, x_n^{(2)}). \tag{6}$$

The connection weight of this layer is 1.

The conclusion of the rule node is defined by the network connection in Layer 4, that is, to generate the output of each rule corresponding to the input. It is a normalized calculation, with the number of nodes the same as that in Layer 3, namely:

$$f = \sum_{i=j}^{n} x_i^{(3)}, \text{ and } \overline{\alpha_j} = \frac{x_i^{(3)}}{f}. \tag{7}$$

Layer 5 is the defuzzified output layer that is used to generate the total output of the control rules, namely:

$$y_k = \sum_{j=1}^{m} w_{kj}\overline{\alpha_j}. \tag{8}$$

5.3. Learning algorithm of fuzzy neural network

Based on the above structure of the fuzzy neural network, the input component is predetermined, so only the connection weight of the last layer w_{ij}

$(i = 1, 2, \ldots, n;\ j = 1, 2, \ldots, m)$ and the center value c_{ij} and width σ_{ij} $(i = 1, 2, \ldots, k;\ j = 1, 2, \ldots, m_i)$ of membership function in Layer 2 need to be learned. Since the network structure is essentially also a multi-layer feed-forward network, the learning algorithm for tuning parameters can be designed by using the error back-propagation algorithm like BP network [12]. The error cost function is expressed by $E = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{2}(y_{di} - y_i)$. Where y_{di} and y_i are, respectively, the desired output and the actual output value [13]. The tuning parameters, w_{ij}, c_{ij} and σ_{ij}, are calculated using error back-propagation algorithm given below [14]. For the fuzzy neural network as shown in Figure 2, the function of the node at each layer is given below:

Layer 1:

$$f_j^{(1)} = x_i,\ x_i^{(1)} = g_i^{(1)} = f_i^{(1)};\ i = 1, 2, \ldots, n. \tag{9}$$

Layer 2:

$$f_{ij}^{(2)} = \frac{(x_i^{(1)} - c_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}, \tag{10}$$

$$x_{ij}^{(2)} = u_i^j = g_{ij}^{(2)} = \exp(f_{ij}^{(2)})\exp[-\frac{(x_i - c_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}], \tag{11}$$

where $i = 1, 2, \ldots, n;\ j = 1, 2, \ldots, m_i$.

Layer 3:

$$f_j^{(3)} = \min\left\{x_{1i_1}^{(2)}, x_{2i_2}^{(2)}, \ldots, x_{ni_n}^{(2)}\right\} = \min\left\{u_1^{j_1}, u_2^{j_2}, \ldots, u_n^{j_n}\right\}, \tag{12}$$

where $j = 1, 2, \ldots, m;\ m = \prod_{i=1}^{m} m_i$.

Layer 4:

$$f_j^{(4)} = \frac{x_j^{(3)}}{\sum_{i=1}^{m} x_i} = \frac{\alpha_j}{\sum_{i=1}^{m}\alpha_i} \tag{13}$$

and

$$x_j^{(4)} = g_j^{(4)} = f_j^{(4)} = \overline{\alpha_j};\ j = 1, 2, \ldots, m.$$

Layer 5:

$$f_i^{(5)} = \sum_{j=1}^{m} x_j^{(4)} = \sum_{j=1}^{m} w_{ij}\overline{\alpha_j} \tag{14}$$

and

$$x_i^{(5)} = y_i^{(5)} = g_i^{(5)} = f_i^{(5)};\ i = 1, 2, \ldots, k.$$

Firstly, calculate with the following equation:

$$\delta_i^{(5)} = -\frac{\partial E}{\partial f_i^{(5)}} = y_{di} - y_i, \tag{15}$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = -\delta_i^{(5)} x_j^{(4)} = -(y_{di} - y_i)\overline{\alpha_j}, \tag{16}$$

$$\delta_j^{(4)} = -\frac{\partial E}{\partial f_j^{(4)}} = \sum_{i=1}^{k}\delta_i^{(5)} w_{ij}, \tag{17}$$

$$\delta_{ij}^{(3)} = -\frac{\partial E}{\partial f_j^{(3)}} = \frac{1}{\left(\sum_{j=1}^{m}\alpha_i\right)^2}(\delta_j^{(4)}\sum_{i=1, i\neq j}^{m}\alpha_i - \sum_{i=1, i\neq j}^{m}\delta_k^{(4)}\alpha_k), \tag{18}$$

$$\delta_{ij}^{(2)} = \sum_{k=1}^{m}\delta_k^{(3)} S_{ij}\exp\left[-\frac{(x_i - c_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}\right]. \tag{19}$$

Since the minimum operation is used for $f^{(3)}$, when $g_{ij}^{(2)} = u_i^j$ is the minimum value at the kth rule node, $S_{ij} = 1$; otherwise $S_{ij} = 0$. Then:

$$\frac{\partial E}{\partial c_{ij}} = -\delta_{ij}^{(2)}\frac{2(x_i - c_{ij})}{\sigma_{ij}^2}, \tag{20}$$

$$\frac{\partial E}{\partial \sigma_{ij}} = -\delta_{ij}^{(2)}\frac{2(x_i - c_{ij})}{\sigma_{ij}^3}. \tag{21}$$

The resultant parameter adjustment algorithm is as follows:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) - \beta_1\frac{\partial E}{\partial \sigma_{ij}};\ i = 1, 2, \ldots, k;\ j = 1, 2, \ldots, m, \tag{22}$$

$$c_{ij}(t+1) = c_{ij}(t) - \beta_2\frac{\partial E}{\partial c_{ij}};\ i = 1, 2, \ldots, n;\ j = 1, 2, \ldots, m, \tag{23}$$

$$\sigma_{ij}(t+1) = \sigma_{ij}(t) - \beta_3\frac{\partial E}{\partial \sigma_{ij}};\ i = 1, 2, \ldots, n;\ j = 1, 2, \ldots, m, \tag{24}$$

where β_1, β_2, and β_3 are learning rates, and $\beta_1 > 0$, $\beta_2 > 0$, and $\beta_3 > 0$.

6. Simulation experiment

In this section, the real-time navigation control of the mobile robot in a variable environment was completed by applying the above fuzzy neural network algorithm to solve the issues on the navigation control for mobile robots [15]. In the experiment, the control system was used to remember the fuzzy control rules (input-output pattern samples) summarized by human through the neural network, so that the output pattern approximated that of the learning sample only if the input pattern approximated that of a certain learning sample even if the input value deviated from the learning samples. Based on the control requirements, there were four input signals for defining the fuzzy neural network, which were the sonar sensor detection distances, d_r, d_l and d_c, towards three directions in front of the dummy robot, and the angle α between the movement direction of the robot and the targeted connection, in order to realize target location of the robot. The network outputs were the control line speed v and steering angle increment θ of the robot, which controlled the navigation of dummy robots in the external environment. Next, all the parameters were to be fuzzed. Since the Gaussian membership function curve was smoother, all the membership functions in this thesis were Gaussian type in order to improve the accuracy and simplicity of the system [6]. The fuzzy linguistic variables d_r, d_l and d_c that defined the input variables were {N, F} = {near, far}, with the domain of (0~30). The fuzzy information from the sensor information was mainly used for obstacle avoidance and emergency handling, its membership function should be determined in such a way that it made a more detailed fuzzification presentation of close-range information. When determining the fuzzy control rule of the mobile robot. If the obstacle was detected in the "far" zone, the mobile robot did not perform obstacle avoidance processing but went straight toward the

target. The membership functions of d_r, d_l and d_c are shown in Figure 3:

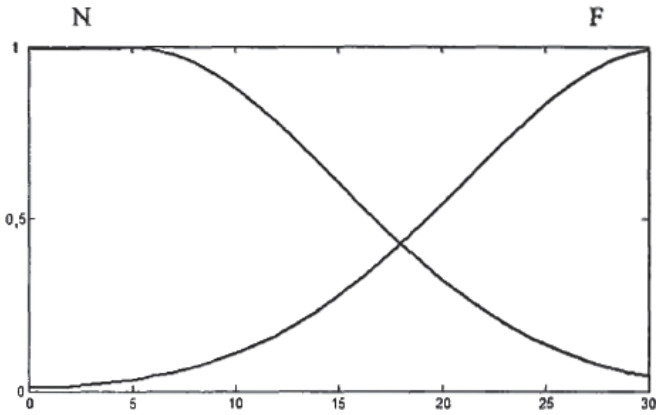


Fig. 3. Degree of membership function of d_r, d_l and d_c

The input angle α were: {–60°, –30°, 0°, 30°, 60°}, represented by {LB, LS, Z, RS, RB}, respectively. The increment of the output steering angle θ were: {–30°, –15°, 0°, 15°, 30°}, represented by {TLB, TLS, TZ, TRS, TRB}, respectively. The output line speed v were: {0.1, 0.25, 0.4}, represented by {S, M, Q}, respectively.

The simulation experiment was implemented on the Microsoft Visual C++ 6.0 software platform based on the following steps: firstly, initialized the weight of the network. According to the possible environment category and target level in the operation of the mobile robot, the training rules of the fuzzy neural network were prepared based on the experience of human navigation experts [16]. The empirical analysis showed that the control factors affecting the steering of the mobile robot were mainly the obstacle distance information in the left, front and right directions and the angle between the robot movement direction and the targeted connection; the main factor affecting the speed of the mobile robot line was the distance information for obstacles. In other words, the closer the distance of the mobile robot to the obstacle, the slower the movement speed of the mobile robot, and the greater the angle of rotation of the mobile robot to avoid obstacles. Otherwise, the mobile robot was able to move toward the target as quickly as possible. Therefore, the values corresponding to the output variables v and θ may be designed depending on the different conditions of the obstacle when establishing the fuzzy control rule [7]. The following 40 rules for control of robot navigation in this experiment have been developed (r1~r40):

1) Obstacles far away or no obstacles at all:

r1: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was F, and α was LB, then the output θ was TLB, and v was Q;

r2: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was F, and α was LS, then the output θ was TLS, and v was Q;

r3: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was F, and α was Z, then the output θ was TZ, and v was Q;

r4: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was F, and α was RS, then the output θ was TRS, and v was Q;

r5: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was F, and α was RB, then the output θ was TRB, and v was Q.

2) The left sensor detected an approaching obstacle:

r6: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was N, and α was LB, then the output θ was TZ, and v was M;

r7: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was N, and α was LS, then the output θ was TZ, and v was M;

r8: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was N, and α was Z, then the output θ was TZ, and v was M;

r9: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was N, and α was RS, then the output θ was TRS, and v was M;

r10: If the input d_r was F, d_c was F, d_l was N, and α was RB, then the output θ was TRB, and v was M.

3) Both the left sensor and the front sensor detected an approaching obstacles:

r11: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was N, and α was LB, then the output θ was TRS, and v was S;

r12: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was N, and α was LS, then the output θ was TRS, and v was S;

r13: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was N, and α was Z, then the output θ was TRS, and v was S;

r14: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was N, and α was RS, then the output θ was TRB, and v was S;

r15: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was N, and α was RB, then the output θ was TRB, and v was S.

4) The left sensor, the right sensor, and the front sensor all detected an approaching obstacles:

r16: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was N, and α was LB, then the output θ was TLB, and v was S;

r17: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was N, and α was LS, then the output θ was TLB, and v was S;

r18: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was N, and α was Z, then the output θ was TRB, and v was S;

r19: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was N, and α was RS, then the output θ was TRB, and v was S;

r20: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was N, and α was RB, then the output θ was TRB, and v was S.

5) The front sensor detected an approaching obstacle:

r21: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was F, and α was LB, then the output θ was TLB, and v was S;

r22: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was F, and α was LS, then the output θ was TLS, and v was S;

r23: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was F, and α was Z, then the output θ was TRS, and v was S;

r24: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was F, and α was RS, then the output θ was TRS, and v was S;

r25: If the input d_r was F, d_c was N, d_l was F, and α was RB, then the output θ was TRB, and v was S.

6) The right sensor detected an approaching obstacle:

r26: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was F, and α was LB, then the output θ was TLB, and v was M;

r27: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was F, and α was LS, then the output θ was TLS, and v was M;

r28: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was F, and α was Z, then the output θ was TZ, and v was M;

r29: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was F, and α was RS, then the output θ was TZ, and v was M;

r30: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was F, and α was RB, then the output θ was TZ, and v was M.

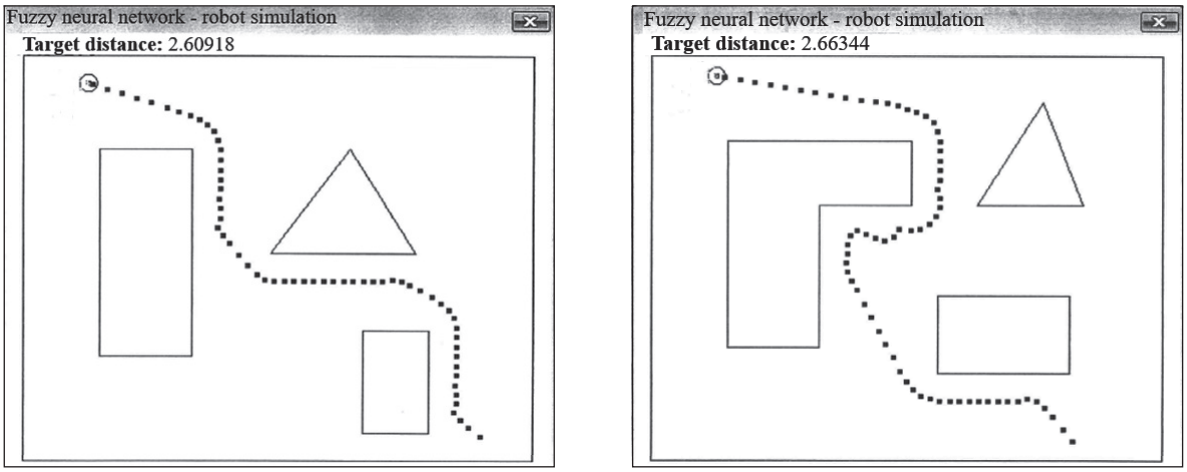


Fig. 4. Diagram of navigation simulation in fuzzy neural network

7) Both the right sensor and the front sensor detected an approaching obstacle:

r31: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was F, and α was LB, then the output θ was TLB, and v was S;

r32: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was F, and α was LS, then the output θ was TLB, and v was S;

r33: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was F, and α was Z, then the output θ was TLS, and v was S;

r34: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was F, and α was RS, then the output θ was TLS, and v was S;

r35: If the input d_r was N, d_c was N, d_l was F, and α was RB, then the output θ was TLS, and v was S.

8) Both the right sensor and the left sensor detected an approaching obstacle:

r36: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was N, and α was LB, then the output θ was TLB, and v was M;

r37: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was N, and α was LS, then the output θ was TLS, and v was M;

r38: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was N, and α was Z, then the output θ was TZ, and v was M;

r39: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was N, and α was RS, then the output θ was TRS, and v was M;

r40: If the input d_r was N, d_c was F, d_l was N, and α was RB, then the output θ was TRB, and v was M.

The fuzzy neural network might perform learning training based on the navigation control rules upon completion [17]. Considering the convergence speed of network learning, the value was taken as $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0.5$. Upon completion of the network learning, the dummy robot might be directed to perform a navigation and obstacle avoidance in the simulation environment. The dummy robot detected the target and information on the obstacle in the external environment using three analog sonar sensors that were placed in front, while the navigation controller determined the position, distance, direction of movement, etc. of the robot based on the detected information, and then transmitted the information to the internal fuzzy neural network in order to generates corresponding output actions which controlled the dummy robot to avoid obstacles and continuously approach the target area.

The experimental results are shown in Figure 4. After training with the navigation control rule set, dummy robots controlled by fuzzy neural network performed several simulation experiments in different simulation environments. The results indicated that all robots met the requirements of safety since they successfully avoided obstacles in the environment and reached the target area safely without collision. However, the dummy robot sometimes took a long walk since it failed to find the optimal path between the travels in the navigation process. This was mainly attributed to the coverage of the robot's navigation control rule set based on navigation experience summarized by people was not sufficient to cover all possible complex environmental state spaces. In addition, some paths might not be smooth enough due to the insufficient quantity of sensors and lack of comprehensive information during the operation of the robot. However, if the information input was increased, the navigation control rule set might grow rapidly, thus resulting in some defects such as difficulty in preparing the rule base, excessive data calculation, and slow processing speed [18].

7. Conclusion

In this article, the working principle and learning method of neural network was systematically described, several typical neural network models were introduced, and a robot navigation control method based on fuzzy neural network was studied. In the neural network framework, the qualitative knowledge was introduced, namely, the neural network was constructed by the fuzzy rule by adding fuzzy layer to the input layer and the output layer of the conventional neural network. The adaptive learning mechanism of the neural network was retained while the network weight was given with a clear physical meaning. Finally, the fuzzy neural network algorithm was applied to the mobile robot navigation control simulation experiment. Based on the priori knowledge summarized by human navigation experts, the network weight was corrected by self-learning to achieve more effective real-time navigation control.

References

1. *Ping P., Petrenko Y. N.* Algoritm gibkogo upravleniya mnozhestvennym dostupom v mobil'noj besprovodnoj sisteme 5G [The flexible multiple access control algorithm in 5th generation mobile wireless system]. *Informatika — Informatics*, 2018, vol. 15, no. 3, p. 93–101. (In Russian.) Available at: https://inf.grid.by/jour/article/view/419

2. *Khatib O.* Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots. *Proc. 1985 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*. IEEE, 1985, vol. 5, no. 1, p. 500–505. DOI: 10.1109/ROBOT.1985.1087247

3. *Khosla P., Volpe R.* Superquadric artificial potentials for obstacle avoidance and approach. *Proc. 1988 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*. IEEE, 1988, vol. 10, no. 2, p. 1778–1784. DOI: 10.1109/ROBOT.1988.12323

4. *Glasius R., Komoda A., Gielen S. C. A. M.* A biologically inspired neural net for trajectory formation and obstacle avoidance. *Biological Cybernetics*, 1996, vol. 74, p. 511–520. DOI: 10.1007/BF00209422

5. *Leon J. A. F., Tosini M., Acosta G. G.* Evolutionary reactive behavior for mobile robots navigation. *Proc. IEEE Conf. on Cybernetics and Intelligent Systems*. IEEE, 2004, p. 532–537. DOI: 10.1109/ICCIS.2004.1460471

6. *Tuci E., Harvey I., Quinn M.* Evolving integrated controllers for autonomous learning robots using dynamic neural networks. *ICSAB: Proc. Seventh Int. Conf. on simulation of adaptive behavior on From animals to animats*. 2002, p. 282–291.

7. *Holland J. H.* Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence. MIT Press, 1992. 228 p.

8. *Sutton R. S., Barto A. G.* Reinforcement learning: an introduction. MIT Press, 1998. 344 p.

9. *Tan K. C., Tan K. K., Lee T. H., Zhao S., Chen Y. J.* Autonomous robot navigation based on fuzzy sensor fusion and reinforcement learning. *Proc. IEEE Int. Symposium on Intelligent Control*. IEEE, 2002, vol. 28, no. 6, p. 182–187. DOI: 10.1109/ISIC.2002.1157759

10. *Carpenter G. A., Grossberg S.* ART 2: Self-Organization of stable category recognition codes for analog input patterns. *Applied Optics*, 1987, vol. 26, is. 23, p. 4919–4930. DOI: 10.1364/AO.26.004919

11. *Jianhong L., Dezhao C.* An enhanced ART2 neural network for clustering analysis. *Proc. First Int. Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining*. IEEE, 2008, p. 81–85. DOI: 10.1109/WKDD.2008.117

12. *Qian X.-D., Wang Z.-O., Wang Y.* A method of data clustering based on improved algorithm of ART2. *Proc. 2005 Int. Conf. on Machine Learning and Cybernetics*. IEEE, 2005, p. 2021–2026. DOI: 10.1109/ICMLC.2005.1527277

13. *Leon J. A. F., Tosini M., Acosta G. G.* Evolutionary reactive behavior for mobile robots navigation. *IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent System*. IEEE, 2004, p. 532–537. DOI: 10.1109/ICCIS.2004.1460471

14. *Nelson A. L., Grant E., Galeotti J. M., Rhody S.* Maze exploration behaviors using an integrated evolutionary robotic environment. *Robotics and Autonomous Systems*, 2004, vol. 46, is. 3, p. 159–173. DOI: 10.1016/j.robot.2003.11.002

15. *Asada M., Noda S., Tawaratsumida S., Hosoda K.* Purposive behavior acquisition for a real robot by vision-based reinforcement learning. *Machine Learning*, 1996, vol. 23, p. 279–303. DOI: 10.1023/A:1018237008823

16. *Cliff D., Husbands P., Harvey I.* Explorations in evolutionary robotics. *Adaptive Behavior*, 1993, vol. 2, is. 1, p. 73–110. DOI: 10.1177/105971239300200104

17. *Del R., Millan J.* Rapid, safe and incremental learning of navigation strategies. *Proc. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*. IEEE, 1996, vol. 26, is. 3, p. 408–420. DOI: 10.1109/3477.499792

18. *Mitchell T. M.* Machine learning. New York, McGraw-Hill, 1997. 432 p.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАВИГАЦИЕЙ МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ

П. Пэй[1], **Ю. Н. Петренко**[1]

[1] ***Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь***
220013, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, д. 65

Аннотация

С появлением технологии беспроводной связи 5G важным и постоянно развивающимся направлением робототехники становятся мобильные роботы, которые широко используются в пространстве промышленного интернета вещей (Industrial Internet of Things — IIoT), в сельском хозяйстве, в армии, на транспорте. Технология автоматического управления навигацией — ядро в этих областях исследований, а также ключевая технология для достижения интеллектуализации и автономизации мобильного робота.

В данной статье подробно рассматриваются и исследуются технологии нейронных сетей и их применение в управлении навигацией, предлагается способ для повышения уровня интеллектуализации мобильного робота с самоорганизацией обучения, придания адаптивных возможностей для решения автономной задачи навигации мобильного робота в сложных неопределенных и неизвестных переменных средах с использованием нейронной сети в сочетании с другими интеллектуальными алгоритмами, такими как обучение с подкреплением и т. п. Решение задачи управления навигацией мобильного робота с использованием нечеткой нейронной сети может обеспечить более эффективную производительность управления в режиме реального времени за счет изменения веса сети путем самообучения в соответствии с априорными знаниями навигации экспертов-операторов.

Ключевые слова: автоматическое управление навигацией, 5G, нейронная сеть, нечеткая нейронная сеть.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-1-59-67

Для цитирования:

Пэй П., Петренко Ю. Н. Алгоритм автоматического управления навигацией мобильного робота на основе нечеткой нейронной сети в промышленном интернете вещей // Информатика и образование. 2020. № 1. С. 59–67. (На англ.)

Статья поступила в редакцию: 11 ноября 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторах

Пэй Пинг, аспирант кафедры «Информационные системы и технологии», Международный институт дистанционного образования, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь; peiping123456.love@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6751-7598

Петренко Юрий Николаевич, пожизненный член IEEE, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы и технологии», Международный институт дистанционного образования, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь; ypetrenko@bntu.by

НОВОСТИ

10 технологий, способных кардинально изменить бизнес уже в 2020 году

CNews Analytics выделил десяток наиболее часто упоминаемых технологий и методологий, которым в 2020 году прочат важную роль в преобразованиях бизнеса.

1. Искусственный интеллект стоит на первых местах практически во всех прогнозах. Несмотря на опасения, что машины отнимут рабочие места у людей, пока благодаря ему компьютеры стали выполнять за людей широкий спектр работ. ИИ-решения способны и автоматически создавать метаданные для звукозаписей с возможностью поиска по ним, и обеспечивать кибербезопасность, анализируя в реальном времени массивы данных о поведении компонентов корпоративной сети и выдавая рекомендации по решению возникающих проблем.

2. Кроме того, ИИ — основа текстовых и голосовых чат-ботов, пользующихся технологиями обработки естественного языка и анализа тональности высказывания.

3. В том же ряду стоят средства роботизации бизнес-процессов (Robotic Process Automation, RPA), которые позволяют автоматизировать повторяющиеся действия пользователей. Причем если первоначально предполагалось, что они будут делать исключительно «механическую» работу — скажем, переносить данные из одной таблицы в другую, — то в последнее время они очень быстро «умнеют» и готовы выполнять контрольные функции и даже раздавать простые, повторяющиеся задания.

4. Методологию Agile, изначально использовавшуюся разработчиками ПО, перенимают и бизнес-структуры. Взаимодействие в географически распределенных командах обеспечивается средствами конференц-связи, которая переживает новый подъем. Не так давно специалисты Массачусетского технологического института провели опрос примерно в трех сотнях компаний, выясняя, какие технические средства помогают создавать наилучшие условия работы сотрудников, и на первое место среди ответов неожиданно вышло видео: инвестиции в видеотехнологии способствуют инновации, слаженному взаимодействию и росту продуктивности. В дальнейшем эффект присутствия при взаимодействии по видео станет еще более глубоким благодаря технологиям дополненной и виртуальной реальности, предсказывают в МТИ.

5. Также среди влиятельных технологических течений эксперты упоминают DataOps. Сам этот термин впервые был предложен всего пять лет тому назад в блоге IBM, и сегодня под ним понимают процессно-ориентированную методологию организации работы групп аналитиков и исследователей данных, направленную на повышение качества аналитических сведений и ускорение их получения. Помимо принципов организации деятельности, черпающих идеи из Agile-разработки, DataOps опирается на управление данными при помощи средств машинного обучения и искусственного интеллекта. На сегодня, по данным Gartner, DataOps внедрили лишь меньше 1 % участников адресуемого рынка, но аналитики убеждены, что этим организациям гарантировано большое конкурентное преимущество.

6. Вокруг сетей 5G раздута большая шумиха, на них возлагаются большие надежды, хотя работа над стандартами еще не завершена, и до развертывания сетей в общегосударственных масштабах еще могут пройти годы. Тем не менее, в отдельных организациях уже планируют стратегии внедрения систем связи 5G, которые обещают скорость передачи к абоненту и от него на скорости до 20 Гбит/с и до 10 Гбит/с соответственно, а также возможность сохранения соединения при передвижении со скоростью до 500 км/ч.

7. Стандартизация 5G сулит рост применения систем интернета вещей и периферийных вычислений и соответствующее резкое возрастание доступных для анализа потоков данных, к чему предприятиям придется подготовиться путем развертывания надежных архитектур поточной обработки. По информации ассоциации CompTIA, приблизительно в трети компаний уверены, что стратегии в области интернета вещей способны обеспечить рост выручки за счет увеличения объемов производства, монетизации данных и продажи продуктов в виде сервисов.

8. Растет интерес к контейнерам и микросервисам, как к технологиям, позволяющим быстро разрабатывать высокомасштабируемые программные системы, особенно облачные и предназначенные для решений на базе интернета вещей.

9. Опросы, проведенные Gartner в 2019 году, свидетельствуют о начале широкого применения «цифровых двойников» — продуктов, процессов и систем, позволяющих контролировать состояние «исходных» физических объектов и предсказывать возможные проблемы до того, как они возникнут. По общему мнению, в ближайшие годы начнут появляться «цифровые близнецы» организаций, которые позволят вести мониторинг компаний в целом, а не их отдельных систем.

10. И, наконец, что касается блокчейна, вокруг которого тоже немало шума. Возможностей заработать на первичных предложениях монет (ICO) все меньше, но ширится применение распределенных реестров в цепочке поставок, финансовой отрасли и не только, в том числе на базе платформ с открытым кодом, таких как Hyperledger Fabric.

(По материалам CNews)

ПОДПИСКА

Журнал «Информатика и образование»

Индексы подписки (агентство «Роспечать»)
на 1-е полугодие 2020 года

- **70423 — для индивидуальных подписчиков**
- **73176 — для организаций**

Периодичность выхода: 5 номеров в полугодие (в январе не выходит)

Редакционная стоимость:
индивидуальная подписка — 250 руб.
подписка для организаций — 500 руб.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Статьи для публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» должны отправляться в редакцию **только через электронную форму на сайте ИНФО (раздел «Авторам → Отправка статьи»)**:

http://infojournal.ru/authors/send-article/

Обращаем ваше внимание, что для отправки статьи необходимо предварительно зарегистрироваться на сайте ИНФО (или авторизоваться — для зарегистрированных пользователей).

С требованиями к оформлению представляемых для публикации материалов можно ознакомиться на сайте ИНФО в разделе «Авторам»:

http://infojournal.ru/authors/

Обратите внимание: требования к оформлению файла рукописи — **разные** для журналов «Информатика и образование» и «Информатика в школе». При подготовке файла рукописи ориентируйтесь на требования для того журнала, в который вы представляете статью. Если вы представляете рукопись в оба журнала (для публикации в одном из изданий — на усмотрение редакции), при ее оформлении следует руководствоваться требованиями к оформлению рукописи в журнал «Информатика и образование».

Дополнительную информацию можно получить в разделе **«Авторам → Часто задаваемые вопросы»**:

http://infojournal.ru/authors/faq/

а также в редакции ИНФО:

E-mail: readinfo@infojournal.ru

Телефон: (495) 140-19-86

Электронная подписка на журналы ИНФО

Журналы по методике обучения информатике и информатизации образования

- Доступ к журналам не дожидаясь печати типографии
- С любого устройства, подключенного к Интернет
- Возможность сохранить файл в формате PDF
- В два раза дешевле печатной подписки
- Скидки при оформлении подписки на комплект журналов
- Оплата на сайте издательства в Интернет-магазине

Информатика и образование

ИЗДАЕТСЯ С 1986 ГОДА ● ОТ 64 СТРАНИЦ ● ВЫХОДИТ 10 РАЗ В ГОД

Научно-методический журнал по методике преподавания информатики и информатизации образования

Информатика в школе

ИЗДАЕТСЯ С 2002 ГОДА ● ОТ 64 СТРАНИЦ ● ВЫХОДИТ 10 РАЗ В ГОД

Научно-практический журнал для учителей информатики, методистов, преподавателей вузов и колледжей

Подробную информацию о подписке на наши издания вы можете найти на сайте http://infojournal.ru/subscribe/

Телефон: +7 (495) 140-19-86 | E-mail: info@infojournal.ru | Сайт: http://infojournal.ru

1С:Оценка качества образования. Школа

Трехуровневая система оценки качества образования

Единые подходы к внутренней и внешней оценке качества образования

Прогнозирование результатов итоговой государственной аттестации

Соответствие актуальным нормативным документам

Оперативное управление качеством образования

Программно-методическая система предназначена для оценки качества освоения образовательной программы на следующих уровнях: оценка индивидуальные достижений обучающихся, внутриклассное и внутришкольное оценивание.

Программа разработана на основе методики ведущего научного сотрудника Института управления образованием РАО, кандидата педагогических наук, доцента Н.Б. Фоминой.

Функциональные возможности

- Оценка индивидуального уровня освоения ФГОС.
- Аналитические расчеты успеваемости учащихся и качества образования.
- Анализ объективности оценивания индивидуальных образовательных достижений обучающихся.
- Персональный контроль профессиональной деятельности педагога с выявлением проблемных компонентов.
- Прогноз повышения качества образования, включая результаты государственных экзаменов (ОГЭ и ЕГЭ).

Преимущества использования

- Обеспечение индивидуализации образования, выявление способностей и предрасположенности каждого учащегося к определенному спектру дисциплин.
- Предоставление педагогам необходимой информации для практической деятельности (корректировка программ, выбор технологий обучения, выявление проблем в обучении).
- Предоставление руководителю данных, необходимых для анализа работы педагогического коллектива.

www.1c.ru obrazovanie.1c.ru/oko obr@1c.ru