

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

CONTINUUM

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.

ОБРАЗОВАНИЕ

Выпуск №1(29) / Елец, 2023

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

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-69418 от 14 апреля 2017 г.).

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Щербатых С.В.** – **главный редактор**, доктор педагогических наук, профессор, и.о. ректора ЕГУ им. И.А. Бунина, профессор кафедры математики и методики ее преподавания (Елец, Россия);
- Дворяткина С.Н.** – **заместитель главного редактора**, доктор педагогических наук, доцент, проректор по научной и инновационной деятельности ЕГУ им. И.А. Бунина, профессор кафедры математики и методики ее преподавания (Елец, Россия);
- Абылкасымова А.Е.** – доктор педагогических наук, профессор, академик НАН РК, академик РАО, директор Центра развития педагогического образования, заведующий кафедрой методики преподавания математики, физики и информатики Казахского национального педагогического университета им. Абая (Алматы, Казахстан);
- Асланов Р.М.** – доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заведующий отделом Научно-технической информации института математики и механики Национальной академии наук Азербайджана (Баку, Азербайджан);
- Боровских А.В.** – доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры образовательных технологий, профессор кафедры дифференциальных уравнений Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия);
- Булдакова Н.В.** – доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой педагогики Вятского государственного университета (Вятка, Россия);
- Гриншкун В.В.** – доктор педагогических наук, профессор, академик РАО, заведующий кафедрой информатизации образования Института цифрового образования Московского городского педагогического университета (Москва, Россия);
- Гроздев С.И.** – доктор по математике, доктор педагогических наук, профессор, академик IHEAS, Президент Ассоциации развития образования, Вице-президент Болгарской академии наук и искусств (София, Болгария);
- Каракозов С.Д.** – доктор педагогических наук, профессор, директор Института математики и информатики, профессор кафедры теоретической информатики и дискретной математики Московского педагогического государственного университета (Москва, Россия);

- Клушина Н.П.** – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры социальных технологий Северо-Кавказского федерального университета (Ставрополь, Россия);
- Орлов В.В.** – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры методики обучения математике и информатике Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (Санкт-Петербург, Россия);
- Разинкина Е.М.** – доктор педагогических наук, профессор, проректор по образовательной деятельности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия);
- Рыжова Н.И.** – доктор педагогических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Лаборатории математического общего образования и информатизации Института стратегии развития образования Российской академии образования (Москва, Россия);
- Сергеева Т.Ф.** – доктор педагогических наук, профессор, профессор Дирекции образовательных программ Московского городского педагогического университета (Москва, Россия);
- Смирнов Е.И.** – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа, теории и методики обучения математике Ярославского государственного педагогического университета им. К.Д. Ушинского (Ярославль, Россия);
- Мельников Р.А.** – ответственный секретарь, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики и методики её преподавания Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Елец, Россия);
- Александрова Л.Н.** – технический секретарь, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Елец, Россия).

THE FOUNDER AND THE PUBLISHER

The founder and the publisher: Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Bunin Yelets State University» (399770, Lipetsk region, Yelets, st. Kommunarov, 28, 1).

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media. (Certificate of registration: PI № FS 77-69418 of 14 april 2017).

The journal is included in The List of Russian peer-reviewed scientific journals, in which main scientific results of doctoral and candidate's theses must be published.

THE EDITORIAL BOARD

Shcherbatykh S. V.	Editor-in-chief , Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Acting Rector, Professor of the Department of Mathematics and Methods of its Teaching, Bunin Yelets State University (Yelets, Russia);
Dvoryatkina S. N.	Deputy Editor-in-Chief , Doctor of Pedagogy, Associate Professor, Vice-Rector for Research and Innovation, Professor of the Department of Mathematics and Methods of its Teaching, Bunin Yelets State University (Yelets, Russia);
Abylkasymova A. E.	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Academician of the RAO, Director of the Center for the Development of Pedagogical Education, Head of the Department of Methods of Teaching Mathematics, Physics and Computer Science of the Abai Kazakh National Pedagogical University (Almaty, Kazakhstan);
Aslanov R. M.	Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Scientific and Technical Information of the Institute of Mathematics and Mechanics of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan);
Borovskikh A. V.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Educational Technologies, Professor of the Department of Differential Equations of the Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia);
Buldakova N. V.	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pedagogy of Vyatka State University (Vyatka, Russia);
Grinshkun V. V.	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Informatization of Education of the Institute of Digital Education of the Moscow City Pedagogical University (Moscow, Russia);
Grozdev S. I.	Doctor of Mathematics, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the IHEAS, President of the Association for the Development of Education, Vice-President of the Bulgarian Academy of Sciences and Arts (Sofia, Bulgaria);
Karakozov S. D.	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Director of the Institute of Mathematics and Computer Science, Professor of the Department of Theoretical Computer Science and Discrete Mathematics of Moscow Pedagogical State University (Moscow, Russia);

- Klushina N. P.** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Social Technologies of the North Caucasus Federal University (Stavropol, Russia);
- Orlov V. V.** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Methods of Teaching Mathematics and Computer Science of the A.I. Herzen Russian State Pedagogical University (St. Petersburg, Russia);
- Razinkina E. M.** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Vice-Rector for Educational Activities of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (St. Petersburg, Russia);
- Ryzhova N. I.** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Mathematical General Education and Informatization of the Institute of Educational Development Strategy of the Russian Academy of Education (Moscow, Russia);
- Sergeeva T. F.** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Directorate of Educational Programs of the Moscow City Pedagogical University (Moscow, Russia);
- Smirnov E. I.** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematical Analysis, Theory and Methods of Teaching Mathematics of Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky (Yaroslavl, Russia);
- Melnikov R. A.** Executive Secretary, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Methods of its Teaching, Bunin Yelets State University (Yelets, Russia);
- Alexandrova L. N.** Technical Secretary, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling, Computer Technology and Information Security, Bunin Yelets State University (Yelets, Russia).

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кочагина М. Н., Белушкина А. И., Звегинцева А. Д., Кашкина Н. А., Смирнова И. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STEM-ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ.....	8
---	---

ТЕОРИИ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дворяткина С. Н., Мельников Р. А., Щербатых В. Е. НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ.....	23
Санина Е. И., Артюхина М. С., Артюхин О. И., Савадова А. А. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ.....	35
Таров Д. А, Гнездилова Н. А., Александрова Л. Н. МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩИХ МАТЕМАТИКОВ, СИСТЕМНЫХ ПРОГРАММИСТОВ.....	48

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Дружинина О. В., Масина О. Н., Петров А. А. РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОДУЛЕЙ ГИБРИДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ.....	57
Семина В. В., Степаненко К. А., Торосян Л. Д., Гевондян С. А. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ВЫЗОВЫ И ОТВЕТЫ.....	70
Чивилева И. В., Романов В. В., Щербатых Л. Н., Князькова О. И. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ СПЕЦИАЛИСТА В ХОДЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЗАНЯТИЯ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....	79

ПЕРСОНАЛИИ

Пучков Н. П. ИЗВЕСТНЫЙ УЧЁНЫЙ-МАТЕМАТИК В ПРОВИНЦИАЛЬНОМ ГОРОДЕ ТАМБОВЕ (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА Н.В. АЗБЕЛЕВА).....	87
Розанова С. А., Ягола А. Г. ЛЕВ ДМИТРИЕВИЧ КУДРЯВЦЕВ И НАУЧНО- МЕТОДИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО МАТЕМАТИКЕ МИНОБРНАУКИ РОССИИ.....	100

CONTENTS

METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN THE GENERAL EDUCATION SYSTEM

Kochagina M. N., Belushkina A. I., Zvegintseva A. D., Kashkina N. A., Smirnova I. V. USING STEM-EQUIPMENT IN TEACHING MATHEMATICS.....	8
---	----------

THEORIES, MODELS AND TECHNOLOGIES OF TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN THE SYSTEM OF VOCATIONAL EDUCATION

Dvoryatkina S. N., Melnikov R. A., Shcherbatykh V. E. SCIENTIFIC RESEARCH AS A TOOL FOR FORMING PROFESSIONAL COMPETENCES OF BACHELORS IN APPLIED MATHEMATICS.....	23
--	-----------

Sanina E.I., Artyukhina M.S., Artyukhin O.I., Savadova A.A. ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK IN TEACHING MATHEMATICS TO UNIVERSITY STUDENTS IN THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT.....	35
--	-----------

Tarov D. A, Gnezdilova N. A., Alexandrova L. N. MODEL OF DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATIONAL COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS, SYSTEM PROGRAMMERS.....	48
--	-----------

METHODOLOGY AND TECHNOLOGY OF VOCATIONAL EDUCATION IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION

Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A. DEVELOPMENT OF INSTRUMENTAL SUPPORT FOR MODULES OF A HYBRID INTELLIGENT LEARNING ENVIRONMENT BASED ON THE CONSTRUCTION OF NEURAL NETWORK AND FUZZY MODELS.....	57
---	-----------

Semina V.V., Stepanenko K.A., Torosyan L.D., Gevondyan S.A. DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION: CHALLENGES AND RESPONSES.....	70
---	-----------

Chivileva I. V., Romanov V. V., Shcherbatykh L. N., Knyazkova O. I. FORMING A COMPETENCE MODEL OF A SPECIALIST DURING AN INTERDISCIPLINARY ENGLISH CLASS.....	79
--	-----------

PERSONALITIES

Puchkov N. P. PROVINCIAL CITY TAMBOV (ON THE 100TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF PROFESSOR N.V. AZBELEV).....	87
--	-----------

Rozanova S. A., Yagola A. G. LEV DMITRIEVICH KUDRYAVTSEV AND SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL COUNCIL FOR MATHEMATICS OF THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF RUSSIA.....	100
---	------------

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-8-22

УДК
372.851

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STEM-ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Кочагина Мария Николаевна

к.п.н., доцент
KochaginaMN@mgpu.ru
г. Москва

Белушкина Аксения Ионовна

учитель математики
Belushkinaai@mgpu.ru
г. Москва

Звегинцева Анна Дмитриевна

учитель математики
ZvegintsevaAD@mgpu.ru
г. Москва

Кашкина Наталия Анатольевна

учитель математики
KashkinaNA@mgpu.ru
г. Москва

Смирнова Ирина Вадимовна

учитель математики
SmirnovaIV@mgpu.ru
г. Москва

Московский городской педагогический
университет

ГБОУ города Москвы «Школа № 2000»

ГБОУ города Москвы «Школа № 1494»

ГБОУ города Москвы «Школа № 152»

ГБОУ города Москвы «Школа № 1568
имени Пабло Неруды»

Аннотация. В последние годы STEM-подход приобрел широкую известность в образовании. Аббревиатура STEM обозначает интеграцию науки, технологий, инженерии и математики, однако именно математика стоит обособленно в этом ряду. Остальные компоненты STEM – инженерия и естественные науки – используют специальное оборудование, а также они взаимосвязаны. В статье описаны возможности использования STEM-подхода в обучении математике учащихся основной и старшей школы, представлены инструменты STEM-оборудования, которые можно применить при изучении различных разделов математики. К каждому из направлений использования STEM-оборудования в обучении математике, описанных в статье, приведены виды комплексных заданий, раскрывающих применение STEM-оборудования на примере трех инструментов (клинометра-высотомера, разметчика Фибоначчи, измерительного колеса). Цель исследования – анализ и описание способов использования STEM-оборудования при обучении математике учащихся 5-11 классов. В исследовании были использованы методы теоретического исследования (анализ, синтез, моделирование, обобщение), анализ специальной литературы, а также эмпирические методы (измерение и наблюдение), метод экспертных оценок. Описанные в статье способы использования специального оборудования и различных заданий могут применяться при обучении математике учащихся как

предпрофильных и профильных классов, реализующих естественнонаучный профиль инженерной направленности, так и общеобразовательных классов. Задания, приведенные в статье, были разработаны и апробированы авторами. Знакомство будущих учителей математики с различными способами реализации STEM-подхода в образовании видим в качестве дальнейшего направления исследования. Наличие STEM-оборудования при таком подходе является важным условием, но не менее важна готовность учителя к реализации всего комплекса условий по реализации STEM-подхода в обучении математике, включая конструирование учебных заданий и организацию исследований в обучении.

Ключевые слова: обучение математике, STEM-образование, клинометр-высотомер, разметчик Фибоначчи, измерительное колесо, виды заданий.

Введение

STEM-образование – это современный образовательный феномен, означающий повышение качества понимания обучающимися дисциплин, относящихся к науке, технологии, инженерии и математике, его цель – подготовить обучающихся к более эффективному применению полученных знаний для решения профессиональных задач и проблем (Люблинская, 2014; Чемяков, 2015; Nistor, 2018). В условиях такого подхода в образовании предполагается интеграция естественнонаучного, математического и инженерного образования, которая реализуется посредством организации практической деятельности обучаемых по проектированию, экспериментированию, исследованию, конструированию и программированию.

Использование STEM-подхода в образовании помогает создавать в сознании обучающихся стойкие логические связи между методами различных дисциплин. Школьники учатся смотреть на мир глобально, замечать закономерности и подобие в разных сферах деятельности, проводить исследования. За счет включения учащихся в практическую деятельность повышается их активность и осознанность при обучении, развиваются универсальные навыки XXI века (критическое мышление, креативность, коммуникация, командная работа). Обязательным условием реализации STEM-подхода в образовании является использование специального современного оборудования.

Несмотря на то, что STEM-подход включает и математическую составляющую, в настоящее время именно данная составляющая менее всего описана, отсутствуют общепринятые методические решения по использованию STEM-оборудования при обучении математике учащихся основной и старшей школ. Математика в STEM-образовании имеет прикладное значение. Математические знания учащиеся обычно используют как инструмент при выполнении естественнонаучных проектов, что помогает осознать учащимся важность математических знаний и методов. Однако, по мнению авторов, интеграция математики с другими компонентами STEM может быть глубже, а использование STEM-оборудования – это одно из направлений реализации этой интеграции.

Целью исследования стало выявление возможностей использования STEM-оборудования при обучении математике и описание методических приемов его использования.

Обзор литературы

В настоящее время в образовательные учреждения России поставляется STEM-оборудование, и его активно используют в образовательном процессе. Опыт эксплуатации такого оборудования достаточно подробно описан в работах, посвященных анализу реализации STEM-подхода в дошкольном и начальном образовании (Волосовец, 2019; Челышева, 2021). Авторы отмечают, что значимый для ребенка продукт получается при внедрении методов экспериментирования, работы в команде, диалога, конструирования разнообразных активностей. При этом отдельно выделяются условия организации

развивающей предметно-пространственной среды, среди которых указывается необходимость использования специальных наборов, пособий, конструкторов и т.п.

STEM-конструкторы (образовательные робототехнические модули Экзамен Технолаб, инженерные конструкторы и учебные имитационные модели FischerTechnik, образовательные наборы интернет вещей от МГБот и другие) используются в проектной деятельности учащихся (Хачатурьянц, 2021), в большей степени связанной с робототехникой (Иманова, 2018; Волосовец, 2019; Лебедева, 2021).

Требования к реализации STEM-подхода в образовании учитываются при подготовке будущих учителей естественных наук, информатики и робототехники (Абушкин, 2017; Шалашова, 2020; Шихуань, 2020).

В рамках Курчатовского проекта в Москве STEM-оборудование внедряется в ряде школ для реализации конвергентного (междисциплинарного) обучения, в Кванториумах, при этом обычно затрагивается содержание таких учебных предметов, как физика, химия и биология (Хачатурьянц, 2021; Лебедева, 2021). Реализация STEM-подхода в дополнительном образовании – еще одно современное направление развития образования (Морозова, 2019), которому посвящают свою работу научные конференции, занимающиеся изучением условий организации исследовательской деятельности учащихся. Так, в материалах IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве» отмечается, что знание, приобретаемое путем исследования, является «живым», работая с ним, учащийся ищет условия и границы его применимости, преобразовывает, расширяет и дополняет его, рассматривает в разных моделях и контекстах (Ермилин, 2018).

В Европейском отчете о текущей политике стран в области STEM-образовании указывается, что «математика является ключевым рычагом для преобразования преподавания STEM и обучения. Математика является основным предметом в STEM-образовании» (Nistor A, 2018, 7). В отчете прослеживаются следующие возможные пути развития математики в рамках STEM-образования:

- сделать математику доступной для большинства учащихся (обязательный этап в STEM-образовании);
- математизация естественных предметов (использование математических идей и методов в обучении естественным предметам);
- использование подходов естественных и инженерных наук в преподавании математики (интегрировать подходы, основанные на проектах, исследованиях в обучении математике).

Именно в направлении третьего пути развития математики в STEM-образовании было организовано настоящее исследование.

Реализация STEM-образования при изучении в математике измерений величин, таких как масса и объем, в начальной школе исследуется в работах (Montoro A.B, 2021). Авторы предлагают включать измерения величин в текстовые задачи, связанные с научными экспериментами или вопросами, связанными с инженерией. По их мнению, это дало бы возможность развить понимание идей измерений уже в начальной школе и доказать их полезность для решения проблем в профессиональной деятельности и в повседневной жизни. Кроме того, авторы анализируют тексты учебников математики и комплексные задания, представленные в учебниках. Они приходят к выводу, что приоритетное использование в обучении математике начальной школы личных, профессиональных или научных контекстов способствовало бы дальнейшему развитию STEM-образования, характеризующемуся умением решать проблемы и междисциплинарностью.

В работах (Обухов, 2018; Анисимова, 2018; Морозова, 2019; Лебедева, 2021) указывается, что развитием STEM-подхода в образовании является появление таких его новых направлений, включающих искусство (STEAM) и чтение (STREAM). Дополнение новых областей позволяет учащимся по-новому осмыслить свои знания, представив различные медиапродукты, например, созданные самостоятельно аудио или

видеоматериалы, буктрейлеры, тексты STEM-тематики. Чтение или изучение дополнительных источников информации является основным элементом получения новых знаний. Исследование ситуаций, в которых учащиеся могут совершенствовать свои навыки чтения математических источников, приведено в работах (Кочагина, 2020, 2021).

Необходимость деятельностного содержания и методического сопровождения для реализации STEM-подхода в образовании указываются в ряде работ (Обухов, 2020, 2022). Авторы предлагают описание практических заданий для реализации STEM-образования и рабочие листы для их проведения. Следует заметить, что 53% заданий связаны с необходимостью использовать различные математические знания для решения заданий из области программирования, информатики, биологии, химии или физики (Обухов, 2022, т. 2). В сборнике (Обухов, 2022, т. 3) приведены адаптированные задания из практики STEM-образования Великобритании и США, и здесь уже 76% заданий имеют математическое содержание, а 30% — охватывают исключительно предметную область «Математика» с применением оборудования и материалов, среди которых встречаются и измерительные инструменты.

Основная часть

Перечень STEM-оборудования широкий. Анализ функционального назначения STEM-оборудования, которое может быть использовано при обучении математике, позволил отобрать такие инструменты как пантограф, клинометр-высотомер, разметчик Фибоначчи, измерительное колесо, инверсор, трисектор на антипараллелограммах и некоторые другие. Анализ опыта использования такого оборудования в школах позволяет сделать вывод об отсутствии в школах необходимых инструкций по его применению и методического сопровождения, что усложняет его использование в учебном процессе.

Выделим возможные направления применения STEM-оборудования для обучения математике:

- 1) знакомство с различными инструментами, целью и способами их использования при изучении соответствующего предметного содержания;
- 2) выявление математических принципов работы инструментов;
- 3) выполнение лабораторно-практических работ по математике с использованием STEM-оборудования;
- 4) решение комплексных контекстных заданий (ситуаций) при обучении математике, в которых целесообразно воспользоваться STEM-оборудованием;
- 5) измерение величин разными способами (с использованием STEM-оборудования и без него), сравнение точности измерений;
- 6) самостоятельное создание (конструирование) прототипов STEM-инструментов;
- 7) знакомство с профессиями, в которых используются изучаемые инструменты.

Выберем среди STEM-оборудования следующие инструменты: клинометр-высотомер, разметчик Фибоначчи и измерительное колесо. Приведем описание функциональных особенностей инструментов и их использование в различных направлениях при обучении математике учащихся основной и старшей школы.

Цифровой клинометр (рис. 1) – это прибор, позволяющий точно измерять высоту объекта. С помощью контрольной высоты на объекте измерения клинометр может рассчитать расстояние до объекта. Прибор будет показывать точные результаты измерений в электронном виде (из инструкции к клинометру-высотомеру электронному ЕС II-D).



Рис. 1. Клинометр-высотомер ЕС II-D

С помощью такого прибора можно точно измерить, например, высоту дерева.

Учащимся старшей школы можно предложить задание на изучение математического принципа работы прибора при изучении, например, преобразований тригонометрических выражений и темы «Треугольники».

Ознакомить учащихся с последовательностью измерений высоты дерева с помощью прибора можно, используя видеоролик или презентацию с выделением обязательных этапов измерений:

- 1) отмерить на дереве засечку на высоте, равной 2 метра (рис. 2);

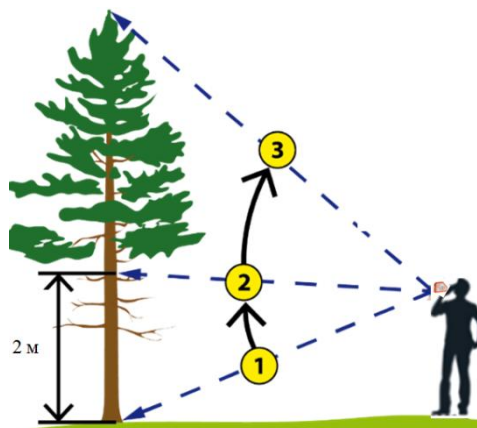


Рис. 2. Порядок наведения прибора на отметки при измерении высоты дерева

- 2) отойти от дерева на такое расстояние, чтобы отметка 2 метра и верхушка дерева были видны;

- 3) нажать дважды на кнопку «ON»;

- 4) навести клинометр-высотометр на основание дерева и зажать кнопку «ON» до звукового сигнала, при этом на экране высветится значение в градусах;

- 5) навести клинометр-высотометр на отметку 2 метра, зажать кнопку «ON» до звукового сигнала, на экране высветится расстояние до дерева в метрах;

- 6) навести клинометр-высотометр на верхушку дерева, в объективе будет показано значение угла между отметкой 2 метра и верхушкой, зажать кнопку «ON» до звукового сигнала, при этом на экране высветится результат измерения высоты дерева (рис. 3).



Рис. 3. Конечные показания прибора

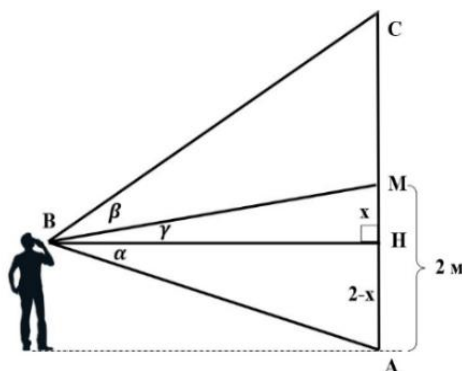


Рис. 4. Математическая модель измерений с помощью клинометра-высотометра

В условиях проведенного измерения высота дерева составляла 24,2 метра.

Задание 1. Раскройте смысл проведенных измерений высоты дерева, лежащих в основе принципа работы клинометра-высотомера.

Решение. Пусть AC – высота дерева, в точке B расположен клинометр-высотомер, точка M – отметка 2 метра на дереве (рис. 4). Найдём высоту дерева (AC).

1) Производя первые четыре этапа измерений, узнаем, на сколько рост человека меньше (больше) 2 м, т. е. измеряется угол γ ; автоматически вычисляется угол $(\alpha \pm \gamma)$; измеряем угол β .

2) После измерений и вычислений углов в треугольнике ABC , приступаем к вычислению линейных элементов. Один элемент треугольника известен на первом шаге измерений: $AM=2$ м. На пятом этапе измерений прибор показывает расстояние BH до объекта, предварительно проведя необходимые вычисления: из $\triangle BHM$ и $\triangle BHA$ через тангенсы углов γ и α выразим BH : $BH = \frac{MH}{\operatorname{tg} \gamma}$, $BH = \frac{AH}{\operatorname{tg} \alpha}$. Пусть $x = MH$, тогда $AH = 2 - x$, получим

$$x \operatorname{tg} \alpha = 2 \operatorname{tg} \gamma - x \operatorname{tg} \gamma$$

$$x(\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma) = 2 \operatorname{tg} \gamma$$

$$x = \frac{2 \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma}.$$

3) Найдём BH из треугольника BHM : $\operatorname{tg} \gamma = \frac{MH}{BH}$, $BH = \frac{x}{\operatorname{tg} \gamma}$,

$$BH = \frac{\frac{2 \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma}}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{2 \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \gamma (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma)} = \frac{2}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma}.$$

Результат этих вычислений отображается на приборе на пятом этапе измерений.

4) Для промежуточных вычислений найдём HC из $\triangle BCH$: $\operatorname{tg}(\beta + \gamma) = \frac{HC}{BH}$,

$$HC = BH \cdot \operatorname{tg}(\beta + \gamma) = \frac{2 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma}$$

5) На последнем этапе на экран прибора выводится высота дерева AC , которую прибор вычисляет следующим образом: $AC = AH + HC = 2 - x + HC$,

$$AC = 2 - \frac{2 \operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma} + \frac{2 \operatorname{tg}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma} = \frac{2 \operatorname{tg} \gamma + 2 \operatorname{tg}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \gamma}.$$

В качестве задания для лабораторно-практической работы учащимся 8-9 классов можно предложить использовать различные инструменты для нахождения высоты дерева, в том числе, клинометр-высотомер.

Задание 2. Предложите способы нахождения высоты дерева, находящегося на территории школы. Укажите самое высокое дерево на территории школы.

Для выполнения задания учащимся следует предложить самостоятельный выбор измерительных инструментов. Выполнить задания они смогут, если разделятся на группы. Кроме непосредственных измерений, учащиеся смогут использовать косвенные измерения, придумать новые способы нахождения высот объектов, выбрать наиболее удобные. Обсуждая с учащимися возможность использования клинометров для решения производственных или профессиональных задач, следует дать возможность высказать свои предположения, а затем обратиться к различным источникам дополнительной информации. Так, учащиеся узнают, что клинометры используются для геодезических и измерительных задач, при топографической съемке и картировании. В лесном хозяйстве с помощью клинометра проводят измерение высоты деревьев, а результаты измерений используют при проведении инвентаризации леса, определении запаса насаждений. В таком случае, будут реализованы все принципы STEM-подхода в образовании.

Разметчик Фибоначчи – специальный инструмент, позволяющий быстро определять или размечать отрезки, длины которых находятся в отношении золотого сечения. Назван инструмент по имени итальянского математика Фибоначчи (Леонардо Пизанский, XIII век).

Разметчик представляет собой плоский механизм (рис. 5), состоящий из 4-х сочленённых стержней. Конструкция инструмента похожа на циркуль, раздвигая ножки разметчика, средняя ножка указывает точку деления отрезка в отношении золотого сечения.



Рис. 5. Разметчик Фибоначчи

Рассмотрим отрезок АВ (рис. 6). Пусть точка С делит отрезок АВ так, что длина меньшего отрезка так относится к длине большего, как длина большего отрезка относится к длине всего отрезка АВ, то есть $\frac{CB}{AC} = \frac{AC}{AB}$. Такое деление отрезка АВ точкой С называется золотым сечением отрезка.

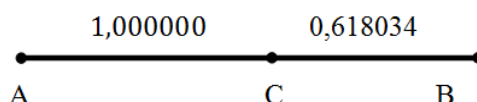


Рис. 6. Деление отрезка АВ точкой С в отношении золотого сечения

О золотом сечении имеет смысл начать говорить в 6 классе при изучении пропорций. Можно предложить несколько вариантов лабораторных работ и заданий с использованием разметчика, которые показывают использование разметчика Фибоначчи при изучении золотого сечения в природе, в пропорциях человеческого тела, в архитектуре. Полезно, чтобы учащиеся сами находили применение принципа золотого сечения в окружающем мире. Начать можно с рассмотрения отдельных отрезков и частей фигур (сторон треугольника, прямоугольника, частей пентаграммы). Целью может быть нахождение среди нескольких треугольников золотого треугольника – равнобедренного треугольника, в котором существует золотая пропорция между боковой стороной и основанием.

Задание 3. С помощью разметчика Фибоначчи найдите в пентаграмме: а) отрезки, находящиеся в отношении золотого сечения; б) золотые треугольники.

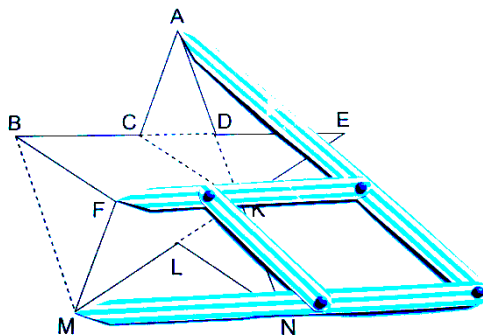


Рис. 7. Пентаграмма

В пентаграмме (рис. 7) каждый из пяти отрезков, составляющих фигуру, делит другой в отношении золотого сечения, а три вершины пентаграммы (МВЕ, АМН, АСД и другие) задают золотые треугольники.

С помощью разметки Фибоначчи учащиеся могут проверить различные объекты на наличие отношения золотого сечения между их элементами, например, обнаружить отношение золотого сечения в дизайне зданий и храмов с древних времен.

Задание 4. С помощью разметки Фибоначчи найдите элементы античного храма, связанные отношением золотого сечения (рис. 8).

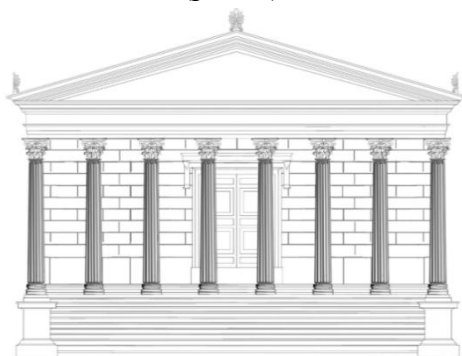


Рис. 8. Древнегреческий храм Парфенон

Учащимся можно предложить найти золотую пропорцию в реальных архитектурных сооружениях, включив специальные задания в маршрутный лист *экскурсии*. Удобно, если разметчик Фибоначчи будет у каждого школьника во время занятия. Можно предложить школьникам задание по самостоятельному конструированию разметки Фибоначчи. При этом для учащихся 6-7 классов желательно предложить схему сборки, а старшим учащимся можно предложить самостоятельно изучить математические основы конструкции данного прибора и, затем сконструировать его из любых доступных материалов.

Для учащихся 6-7 классов можно дать следующую инструкцию по изготовлению и сборке разметчика.

1. Из дерева, картона или плотной бумаги вырезать четыре планки, две из которых одинаковой длины: $AF = AH = 340$ мм, $BG = 210$ мм, $AB = AC = BE = CE = 130$ мм, $EG = 80$ мм. Закруглить или заострить края в нужных местах.

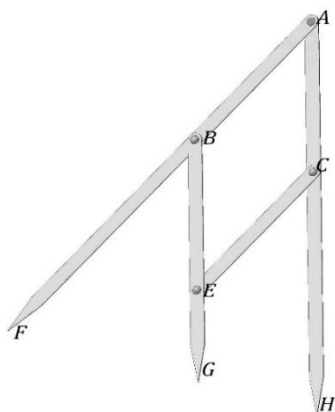


Рис. 9. Элементы разметчика Фибоначчи

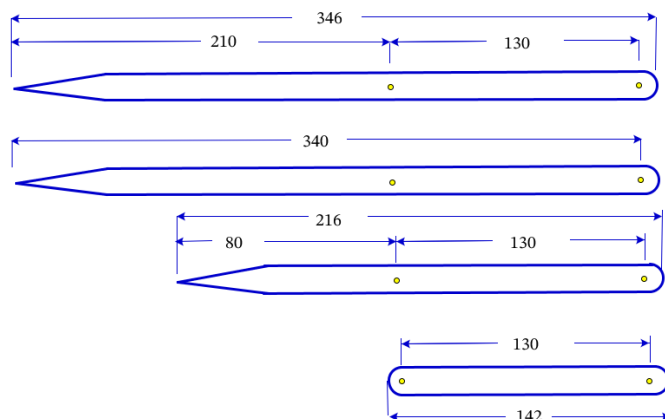


Рис. 10. Схема для сборки разметчика Фибоначчи

2. Сделать отверстия в планках в соответствии с рисунком 9.

3. Соединить планки болтами или брасами в зависимости от выбранного материала, как это показано на рисунке 10. Разметчик готов и его элементы удовлетворяет отношению: $FG:GH = FB:AB = CH:AC$. Разметчик можно сделать и других размеров, отличных от данных значений, но в таком случае необходимо сохранить отношения между всеми элементами разметчика.

Учащимся 8-11 классов по силам будет сконструировать разметчик Фибоначчи самостоятельно из подручных материалов без инструкции.

Задание 5. Сконструируйте STEM-инструмент разметчик Фибоначчи (рис. 11).

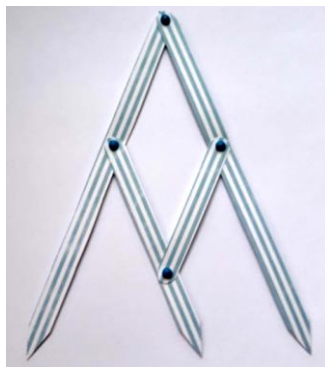


Рис. 11. Разметчик Фибоначчи, сконструированный обучающимися

В ходе выполнения задания нужно будет выявить закономерности в конструкции и разобраться с математическими зависимостями, лежащими в основе конструкции данного инструмента. Точкой соединения больших и маленьких планок инструмента является точка, которая делит большую планку в отношении золотого сечения. Для того чтобы точно отметить эту точку, нужно воспользоваться циркулем и линейкой и решить задачу «Разделить данный отрезок в отношении золотого сечения с помощью циркуля и линейки». Один из способов решения этой задачи представлен на рисунке 12.

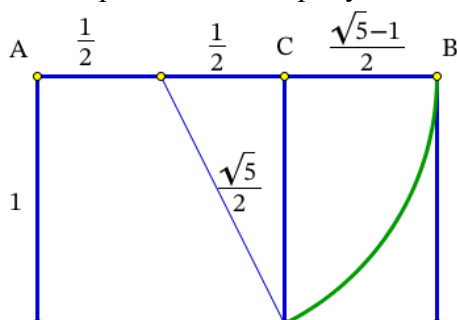


Рис. 12. Деление отрезка АВ точкой С в отношении золотого сечения с помощью циркуля и линейки

К математическим зависимостям, лежащим в основе конструкции разметчика Фибоначчи, можно отнести подобие треугольников с коэффициентом, равным золотому сечению, и свойства параллелограмма.

Использование разметчика Фибоначчи поможет учащимся увидеть законы математики в природе, технике и окружающем мире и познакомит с инструментом, полезным в профессии архитектора, скульптора, дизайнера, художника, фотографа, ювелира, визажиста и многих других.

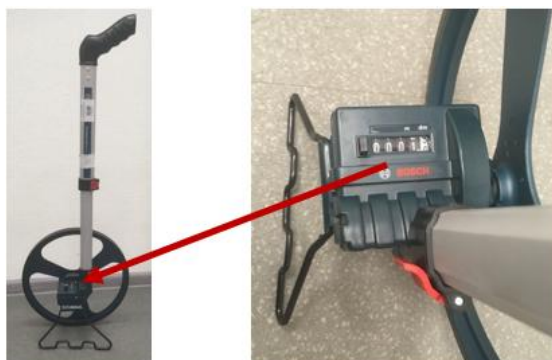


Рис. 13. Измерительное колесо

Измерительное колесо (рис. 13) – это ручной прибор для измерения длин извилистых участков на местности. Его главным элементом является специальное колесо, катящееся по измеряемой поверхности, соединенное со счетчиком оборотов. Принцип его работы заключается в перекачивании колеса по объекту, при этом счетчик, учитывая обороты колеса и его диаметр (который равен 318,47 мм), считает пройденное расстояние и выдает результат на циферблате. Наибольшее расстояние, которое может измерить колесо – 1 км (1000 оборотов), после этого показатели счетчика автоматически обнуляются.

Этот инструмент предназначен для измерения расстояний там, где нецелесообразно или невозможно использование линеек, рулеток или лазерных дальномеров. Например, когда необходимо измерить размеры неровного объекта или длину извилистой линии, такой как участок дорожки в парке для проведения марафона или тормозной путь автомобиля, попавшего в ДТП.

Использовать измерительное колесо можно при изучении различных тем школьного курса математики. Например, рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерительного колеса учащиеся могут при изучении темы «Погрешность и точность приближения». При изучении длины окружности учащиеся на конкретном примере смогут узнать о ее использовании при измерениях на местности.

Формулировки заданий, раскрывающих перед учащимися особенности конструкции измерительного колеса, могут быть следующими.

Задание 6. Во сколько раз длина любой окружности больше своего диаметра? Сколько оборотов измерительного колеса укладывается в 100 м? Как рассчитать длину окружности колеса? Почему для измерений выбран диаметр измерительного колеса, равный 318,47 мм?

При изучении темы «Масштаб» можно предложить учащимся лабораторную работу на расчёт масштаба карты, в которой будет следующее задание.

Задание 7. Используя линейку (или курвиметр) измерьте размеры объектов на специальной карте школы, масштаб которой не указан, и сравните их с измерениями тех же объектов в реальности, полученных с помощью измерительного колеса. С помощью полученных результатов измерений рассчитайте масштаб карты.

Особенность заданий прикладного характера с применением измерительного колеса в том, что учащимся нужно будет провести самостоятельно некоторые измерения перед решением. Такие задания носят открытый характер и являются индивидуальными для каждого учащегося. Приведем пример прикладного задания, в котором нужно с помощью измерения найти недостающие данные, а потом решить задачу.

Задание 8. Рассчитайте, сколько килограммов асфальта необходимо закупить, чтобы заасфальтировать дорожку площадью S (конкретные значения площади получите в результате измерений реальных объектов с помощью измерительного колеса). Толщина асфальтового покрытия должна быть 3 см. На один квадратный метр требуется 70 кг асфальта.

Проводя измерения при выполнении задания, учащиеся смогут смоделировать применение измерительного колеса в профессиональной деятельности, используют научные методы исследования. Решая прикладные задачи, учащиеся познакомятся с применением измерительного колеса в дорожном строительстве, архитектуре, промышленности, геодезии.

Заключение

В основе конструкции и использования всех трех инструментов (клинометра-высотомера, разметчика Фибоначчи, измерительного колеса) лежит математическая теория, которая при описанной организации обучения доступна учащимся. Задания, предложенные в статье, были использованы в обучении учащихся 8-11 классов и на занятиях по дисциплине «Методика обучения и воспитания (математика)» со студентами института цифрового образования Московского городского педагогического университета. В качестве экспертных оценок со стороны учителей математики и студентов о преимуществах использования

предложенных заданий и способов использования STEM-оборудования при обучении математике были отмечены следующие:

- “расширяются представления школьников о современных измерительных инструментах”;
- “видна заинтересованность и вовлеченность учащихся, выполняющих задания”;
- “решая задания, учащиеся видят применение математики в конструкциях инструментов”;
- “возможность работать руками, но при этом думать и решать математические задачи”.

Большинство экспертов указали, что не имели представления об инструментах, описанных в статье. Даже, если эксперты знали о наличии такого оборудования в школе, то полагали, что оно используется для обучения естественным наукам в инженерных классах.

В качестве замечаний или сомнений эксперты указывали, что “не во всех школах есть в наличии данные инструменты”, “может возникнуть проблема с недостатком времени на уроках математики для решения заданий с использованием этих инструментов”, “один инструмент (измерительное колесо) на всех учащихся класса – это мало, хорошо, если их несколько, например, по одному на небольшую группу, так как все захотят его использовать”.

Результаты анализа включения заданий со STEM-оборудованием на разных этапах обучения математике показывают интерес к ним со стороны учителей и учащихся, вовлеченность учащихся в процесс решения, активизацию деятельности учащихся и применение их социального опыта, сотрудничество и коммуникацию учащихся при выполнении заданий.

Задания, предложенные в статье, являются комплексными, в том смысле, что их включение в процесс обучения математике позволяет достичь сразу нескольких целей:

- организовать групповую работу и сотрудничество учащихся;
- реализовать междисциплинарный подход;
- формировать у учащихся функциональную грамотность и навыки XXI века;
- углубить предметные знания учащихся;
- знакомить учащихся с профессиями и возможностями использования STEM-оборудования при работе над собственными проектами.

Подобные задания могут найти свое место не только на уроках математики, но и во внеурочной деятельности, например, на отдельных STEM-курсах, где будет представлена и математическая составляющая. Особую значимость такие задания имеют для учащихся предпрофильных и профильных классов, реализующих естественнонаучный профиль инженерной направленности.

Включение разных направлений использования STEM-оборудования в процесс обучения математике окажет влияние на формирование инженерно-технических компетенций школьников, на приобщение к занятиям техническим творчеством, на развитие креативности учащихся.

Для использования в школах STEM-оборудования в процесс обучения математике необходимо, во-первых, наличие подобного оборудования в школах, во-вторых, информированность учителей о разных направлениях его использования, в-третьи, сформированности компетенций по подбору или разработки подходящих заданий, возможности включения методов исследования, конструирования или эксперимента в процесс обучения. У будущих учителей математики, физики и информатики на базе STEM-парка института цифрового образования МГПУ (Абушкин, 2017) существует возможность познакомиться с современным STEM-оборудованием и применить его для обучения учащихся.

Список литературы

- Абушкин Д.Б. Педагогический STEM-парк МГПУ // Информатика и образование. 2017. № 10. С. 8–10.
- Анисимова Т.И., Шатунова О.В., Сабирова Ф.М. Stem-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 // Научный диалог. 2018. № 11. С. 322–332.
- Волосовец Т.В., Маркова В.А., Аверин С.А. STEM-образование детей дошкольного и младшего школьного возраста. Парциальная модульная программа развития интеллектуальных способностей в процессе познавательной деятельности и вовлечения в научно-техническое творчество: учебная программа. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2019.
- Ермилин А.И., Ермилина Е.В. Дополнительное научное образование школьников: проблемы и перспективы // Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций: Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве». Том 1 / Под ред. А.С. Обухова. М.: МОД «Исследователь». Журнал «Исследователь/Researcher», 2018. С. 142–148.
- Иманова А.Н., Самуратова Р.Т., Жуманбаева А.О. Steam-технологии: инновации в естественно-научном образовании // Достижения науки и образования. 2018. № 8(30). С. 75–76.
- Клинометр-высотомер электронный ЕС II-D. Инструкция. Режим доступа: <http://shop.lhm-pushkino.ru/image/data/инструкции/Инструкция%20ЕС%20II%20D.pdf>
- Кочагина М. Н. Дополнительное чтение по математике в цифровую эпоху // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия Информатика и информатизация образования. 2020. №4 (54). 79–87. DOI:10.25688/2072-9014.2020.54.4.08.
- Лебедева Т.Н., Шефер О.Р., Белоусов А.О. Реализация конвергентного подхода в образовательной среде лица для мотивации обучающихся к научно-техническому творчеству. Челябинск: Южно-Уральский научный центр РАО. 2021.
- Люблинская И.Е. STEM в школе и новые стандарты среднего естественно-научного образования в США // Проблемы преподавания естествознания в России и за рубежом / Под редакцией Е.Б. Петровой. М.: ЛЕНАНД. 2014. С. 6–23. (Психология, педагогика, технология обучения, № 44).
- Морозова О.В., Духанина О.В. STEAM-технологии в дополнительном образовании детей // Баландинские чтения, 2019. т. XIV. С. 553–556. DOI 10.24411/9999-001A-2019-10127
- Обухов А.С., Ловягин С.А. Задания для практики STEM-образования: от суммы частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу // Исследователь/ Researcher. 2020. № 2. С. 63–82.
- Практические задания в области STEM-образования: Сборник в трех томах. Том 2. Задания для работы с учащимися 5–11 классов / Редактор и составитель А.С. Обухов. Научный консультант С.А. Ловягин. М.: Библиотека журнала «Исследователь/Researcher», 2022.
- Практические задания в области STEM-образования: Сборник в трех томах. Том 3. Задания для работы с учащимися 7–10 классов из практики Великобритании и США / Редактор и составитель А.С. Обухов. Научный консультант С.А. Ловягин. М.: Библиотека журнала «Исследователь/ Researcher», 2022.
- Хачатурьянц В.Е., Теремов А.В. Использование элементов STEAM-образования в межпредметной интеграции биологических знаний школьников на базе создаваемой в России сети Кванториумов // Европейский союз ученых. 2021. № 1. С. 56–60.
- Челышева Ю.В. Steams-среда и навыки будущего // STEAMS практики в образовании: Сборник лучших STEAMS практик в образовании / Сост. Е.К. Зенов, О.В. Зенкова. М.: Издательство «Перо». 2021. С. 13–15.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Чемеков В.Н., Крылов Д.А. Stem – новый подход к инженерному образованию // Вестник Марийского государственного университета. 2015. № 5 (20). С. 59–63.
- Шалашова М.М. STEM-педагог: учитель будущего // Образовательная политика. 2020. №5. С. 34–38.
- Шихуань С., Сунг Ч.-Ч., Шин Х.-Ч. Разработка междисциплинарного STEM-модуля для учителей средней школы: поисковое исследование // Вопросы образования. 2020. № 2. С. 230–251.
- Kochagina M.N. Math textbook in teaching a modern schoolchild / Textbook: Focus on Students' National Identity// Arpha Proceedings (31 мая 2021). 485–501. DOI: 10.3897/ap.e4.e0485
- Montoro A.B., Aguayo-Arriagada C.G., Flores P. Measurement in Primary School Mathematics and Science Textbooks. Mathematics 2021. 9. 2127. 2–19. DOI:10.3390/math9172127
- Nistor A., Gras-Velazquez A., Billon N., Mihai, G. Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report. European Schoolnet, Brussels, 2018.

USING STEM-EQUIPMENT IN TEACHING MATHEMATICS

Kochagina M. N. Ph.D (Pedagogy), associate professor KochaginaMN@mgpu.ru Moscow	Moscow City University
Belushkina A. I. mathematics teacher Belushkinaai@mgpu.ru Moscow	"School № 2000", Moscow
Zvegintseva A. D. mathematics teacher ZvegintsevaAD@mgpu.ru Moscow	"School № 1494", Moscow
Kashkina N. A. mathematics teacher KashkinaNA@mgpu.ru Moscow	"School № 152", Moscow
Smirnova I. V. mathematics teacher SmirnovaIV@mgpu.ru Moscow	"School № 1568 named after Pablo Neruda", Moscow

Abstract. During last years, the STEM approach became widely known in education. The abbreviation STEM signifies the integration of science, technology, engineering and mathematics, but exactly mathematics stands apart in this row. The other STEM components, engineering and natural sciences, use special equipment and are interdependent. The article describes the possibilities of using the STEM approach in teaching mathematics to secondary school students, presents the tools of STEM equipment that can be used in the study of different sections of mathematics. For each of the areas of using STEM equipment in teaching mathematics described in the article, the types of complex tasks are given, disclosing the application of STEM equipment on the example of three tools (clinometer-altimeter, Fibonacci caliper, measuring wheel).

The purpose of the study was to analyze and describe the ways of using STEM equipment in teaching mathematics to students in grades 5-11. The methods of

theoretical research (analysis, synthesis, modeling, generalization), analysis of special literature, also empirical methods (measurement and observation) and the method of expert estimations were used. The ways of using special equipment and various tasks described in the article can be applied in teaching mathematics to students of pre-professional and natural science classes of engineering orientation, along with general education classes. The tasks given in the article were developed and tested by the authors. We see the introduction of upcoming mathematics teachers to different ways of realizing the STEM approach in education as a future direction of research. The availability of STEM equipment with this approach is an important condition, but no less important is the teacher's preparation for the realization of the full range of conditions for the implementation of the STEM approach in teaching mathematics, including the construction of educational tasks and the organization of education.

Keywords: teaching mathematics, STEM-education, clinometer-altimeter, Fibonacci caliper, measuring wheel, types of tasks.

References

- Abushkin, D. B. (2017). Pedagogical STEM-park of Moscow city university. *Informatics and education*, (10), 8-10. (In Russ., abstract in Eng.)
- Anisimova, T. I., Shatunova, O. V., Sabirova, F. M. (2018). STEAM-Education as Innovative Technology for Industry 4.0. *Nauchnyy dialog*, 11, 322-332. DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11- 322-332. (In Russ.)
- Chelysheva, Ju. V. (2021). Steams-sreda i navyki budushhego. In *STEAMS praktiki v obrazovanii: Sbornik luchshih STEAMS praktik v obrazovanii*. Sost. E.K. Zenov, O.V. Zenkova. Moskva: Izdatel'stvo «Pero». Pp. 13-15. (In Russ.)
- Chemekov, V. N., Krylov, D. A. (2015). Stem – novyj podhod k inzhenernomu obrazovaniju. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta*, 5 (20), 59-64. (In Russ.)
- Digital clinometer with distance calculation EC II-D. Manual*. Режим доступа: <http://shop.lhm-pushkino.ru/image/data/инструкции/Инструкция%20EC%20II%20D.pdf>
- Ermilin, A. I., Ermilina, E. V. (2018). Dopolnitel'noe nauchnoe obrazovanie shkol'nikov: problemy i perspektivy [*Nauchno-prakticheskoe obrazovanie, issledovatel'skoe obuchenie, STEAM-obrazovanie: novye tipy obrazovatel'nyh situacij*]. Sbornik dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Issledovatel'skaja dejatel'nost' uchashhihsja v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve». Tom 1, pod red. A.S. Obuhova. (pp. 142-148). Moscow: MOD «Issledovatel'». Zhurnal «Issledovatel'/Researcher» (In Russ.)
- Imanova, A. N., Samuratova, R. T., Zhumanbaeva, A. O. (2018). Steam - tehnologii: innovacii v estestvenno-nauchnom obrazovanii. *Dostizhenija nauki i obrazovanija*, 8 (30), 75-76. (In Russ.)
- Khachataryants, V. E., Teremov, A. V. (2021). Use of STEAM education elements in interdisciplinary integration of biological knowledge of students on the basis of the created system of Quantoriums in Russia. *EurasianUnionScientists*, 1(82), 56-60. DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.82.1201 (In Russ. abstract in Eng.)
- Kochagina, M. N. (2020). Additional Reading on Math in the Digital Age. *Vestnik of Moscow city university. Series: Informatics and informatics and informatization of education*, 4(54), 79-87. DOI:10.25688/2072-9014.2020.54.4.08. (In Russ., abstract in Eng.)
- Kochagina, M. N. (2021). Math textbook in teaching a modern schoolchild / Textbook: Focus on Students' National Identity. *Arpha Proceedings*, 485-501. DOI:10.3897/ap.e4.e0485
- Lebedeva, T. N., Shefer, O. R. & Belousov, A. O. (2021). *Implementation of a convergent approach in the educational environment of the lyceum to motivate students to scientific and technical creativity*. Chelyabinsk: South Ural Scientific Center Russian Academy of Education (RAE). (In Russ.)

- Ljublinskaja, I. E. (2014). STEM v shkole i novye standarty srednego estestvenno-nauchnogo obrazovaniya v SShA. *Problemy prepodavaniya estestvoznaniya v Rossii i za rubezhom*. Pod redakciej E.B. Petrovoj. Moscow: LENAND (Psihologija, pedagogika, tehnologija obuchenija, № 44) (In Russ.)
- Montoro, A. B., Aguayo-Arriagada, C. G., Flores, P. (2021). Measurement in Primary School Mathematics and Science Textbooks. *Mathematics* 9, 2127, 2-19. DOI:10.3390/math9172127
- Morozova, O. V., Dukhanina, E.S. (2019). STEAM technologies in children's additional education. In *Balandin Reading*. Novosibirsk, V. XIV, pp. 553-556. DOI 10.24411/9999-001A-2019-10127 (In Russ.).
- Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N. & Mihai, G. (2018). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report*. December 2018. European Schoolnet. Brussels.
- Obuhov, A. S., Lovjagin, S. A. (2020). Zadaniya dlja praktiki STEM-obrazovaniya: ot summy chastnyh zadach i uchebnyh disciplin k celostnomu dejatel'nostnomu mezhdisciplinarnomu podhodu // *Issledovatel'/Researcher*, (2), 63-82.
- Prakticheskie zadaniya v oblasti STEM-obrazovaniya: Sbornik v treh tomah, tom 2. Zadaniya dlja raboty s uchashhimisja 5–11 klassov*. (2022). Redaktor i sostavitel' A. S. Obuhov. Nauchnyj konsul'tant S. A. Lovjagin. Moskva: Biblioteka zhurnala «Issledovatel'/Researcher» (In Russ.)
- Prakticheskie zadaniya v oblasti STEM-obrazovaniya: Sbornik v treh tomah, tom 3. Zadaniya dlja raboty s uchashhimisja 7–10 klassov iz praktiki Velikobritanii i SShA*. (2022). Redaktor i sostavitel' A. S. Obuhov. Nauchnyj konsul'tant S. A. Lovjagin. Moskva: Biblioteka zhurnala «Issledovatel'/Researcher» (In Russ.).
- Shalashova, M. M. (2020). STEM-teacher: a teacher for the future. *Educational Policy*, 5, 34-38. (In Russ., abstract in Eng.)
- Shihkuan, H., Sung, C-C., Sheen, H-J. (2020). Developing an Interdisciplinary Bio-Sensor STEM Module for Secondary School Teachers: An Exploratory Study. *Educational Studies*, 2, 230-251. DOI:10.17323/1814-9545-2020-2-230-251. (In Russ., abstract in Eng.)
- Volosovec, T. V., Markova, V. A., Averin, S. A. (2019). *STEM-obrazovanie detej doshkol'nogo i mladshego shkol'nogo vozrasta. Parcial'naja modul'naja programma razvitiya intellektual'nyh sposobnostej v processe poznavatel'noj dejatel'nosti i vovlechenija v nauchno-tehnicheskoe tvorchestvo: uchebnaja programma*. Moscow: Binom. Laboratorija znaniy. (In Russ., abstract in Eng.)

ТЕОРИИ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-23-34

УДК
378.147.34

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК
ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ ПРИКЛАДНОЙ
МАТЕМАТИКИ**

Дворяткина Светлана Николаевна
д.п.н., профессор
sobdvor@yelets.lipetsk.ru
г. Елец

Мельников Роман Анатольевич
к.п.н., доцент
roman_elets_08@mail.ru
г. Елец

Щербатых Владимир Егорович
к.ф.-м. н., доцент
wega18@mail.ru
г. Елец

Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Аннотация. Для успешной реализации личностного потенциала с последующим устройством на рынке труда и карьерным ростом необходимо обучение студентов навыкам самостоятельного поиска, сбора, систематизации и обработки информации путем исследовательской практики. Вопросам наращивания научного потенциала уделяется огромное внимание и на государственном уровне. В новом национальном проекте "Наука и университеты" выделены ключевые приоритеты, в рамках которых создаются и используются технологии, реализуются решения, наиболее эффективно отвечающие на большие вызовы для общества, государства и науки. В связи с этим, развитие научно-исследовательской деятельности обучаемых становится актуальной задачей современного образования. Особенно актуализируется данная задача для математического образования как важного направления всей фундаментальной и прикладной науки. Целью исследования является формирование профессиональных компетенций бакалавров прикладной математики посредством сопровождения самостоятельной научно-исследовательской деятельности студентов в направлении углубленного изучения классических разделов математической науки (на примере обобщенной функции). Проиллюстрированы некоторые примеры исследовательских заданий по обобщенным функциям, которые вносят в сознание обучаемых более глубокое понимание сущности высшей математики, расширяют методологический кругозор, формируют целостную интегративную систему знаний, и, как следствие, обеспечивают эффективное развитие и раскрытие исследовательского потенциала обучаемых. Результаты

исследования имеют практическую ценность, так как выступают эффективным механизмом раскрытия исследовательского потенциала обучаемых посредством постановки исследовательских заданий для придания целостности предметному содержанию математических курсов. Предложенные многоуровневые исследовательские задания ранее в учебно-методической литературе не рассматривались.

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, профессиональные компетенции, прикладная математика, обобщенные функции.

Введение

Перед выпускниками всех вузов страны все острее встает вопрос трудоустройства. Это связано с тем, что довольно быстро, практически скачкообразно, происходят интеграционные процессы во всем мире, а значит и в нашей стране. В частности, это приводит к объединению рынков, ускорению темпов экономического развития, что заставляет различные по своей природе производства повышать конкурентоспособность своих товаров и услуг за счет модернизации производственных процессов. На эффективность производства также влияет и его персонал, который, очевидно, должен быть сегодня профессиональным. Под этим понимают наличие у работников конкретных знаний, навыков, интеллектуальных качеств, способствующих постоянному развитию и совершенствованию в своей профессии.

Поэтому одной из главных задач высшего образования сегодня является подготовка специалистов к творчески результативной профессиональной деятельности в вариативной образовательно-культурной среде, способных откликаться на любые вызовы современного мира. Готовность личности к данным процессам может быть обеспечена за счёт разнообразной, многопрофильной образовательной подготовки. Преподаватели в своей работе обязаны применять особые приемы и технологии, позволяющие выходить за тематические рамки читаемых дисциплин, расширяя научную базу обучаемых и, как следствие, мотивируя их к научно-исследовательской деятельности. Согласно целевым установкам национального проекта "Наука и университеты" приоритетными направлениями выступают развитие человеческого капитала в сфере науки, технологий и инноваций. Следует отметить в последние годы значимый рост привлекательности карьеры в сфере науки. В связи с этим, развитие научно-исследовательской деятельности обучаемых становится актуальной задачей современного образования.

Поскольку компетенции – это динамическая категория, то в них заложены креативность, когнитивность, способность к саморазвитию, к системному мышлению, умение управлять научными проектами, работать в режиме высокой неопределенности. Сегодня такие качества позволяют поддерживать прогресс в областях точных наук и прикладной математике различных категорий производств, но завтра этого будет уже мало – мир меняется очень быстро, и сегодня возникают новые, сильно востребованные компетенции — адаптационные, коммуникативные, исполнительские и т.д.

Так как понятие компетенции строилось на основе интегрального социально-личностно-поведенческого феномена – результата образования во всем его многообразии, то современный студент должен обладать высокой обучаемостью, мотивацией, иметь способности к самоорганизации, критическому и логическому мышлению. Большинство из перечисленных выше атрибутов жизненно необходимы современному студенту, должны формироваться и в школе, и в вузе.

Перед педагогами встают насущные вопросы: какие профессиональные компетенции являются первоочередными для успешной реализации личностного потенциала с последующим устройством на рынке труда и карьерным ростом, какие образовательные технологии применять для самореализации творческих возможностей студента,

обеспечивающие раскрытие исследовательского потенциала и индивидуально-личностных качеств характера как будущего квалифицированного специалиста? Кроме того, быстро меняющаяся в нашей стране парадигма высшего образования усложняет процесс поиска ответов на эти вопросы, поэтому вузы сегодня нуждаются в разработке современных и эффективных методов обучения, ориентированных на формирование профессиональных компетенций через исследовательскую деятельность.

Тематика выявления и развития научно-исследовательского потенциала студентов не нова. В научном аспекте данный вопрос обсуждался еще в советское время. А поскольку, как было отмечено выше, наука сегодня развивается «семимильными шагами», то проблема формирования современной компетентностной модели выпускника вуза в целом, и научно-исследовательского потенциала в частности, продолжает быть актуальной.

Цель исследования: формирование профессиональных компетенций бакалавров прикладной математики посредством сопровождения самостоятельной научно-исследовательской деятельности студентов в направлении углубленного изучения классических разделов математической науки (на примере обобщенной функции).

Объект исследования: студенты 3-4 курсов направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика института математики естествознания и техники ЕГУ им. И.А. Бунина. Выбор старших курсов связан с подбором математического материала, отвечающего соответствующим знаниям и умениям на данный момент обучения.

Обзор литературы

Развитие научно-исследовательского потенциала студентов вуза можно осуществлять различными методами, с применением современных форм обучения. Но основной формой является работа в учебное и внеучебное время. Во втором случае обучаемые, как правило, слишком узко видят конечную образовательную и исследовательскую цель и не всегда могут достигнуть ее, поскольку нет соответствующих умений и навыков. Очевидно, результаты самостоятельной научно-исследовательской деятельности будут высокими, если обучаемые обладают такими индивидуально-психологическими качествами, как мотивация к получению знаний и самореализации, интолерантность к косности и неопределенности, потребность в интеллектуальном развитии, личностном росте и т.д.

Существует огромное количество научных публикаций о том, как сформировать исследовательские способности и навыки на начальном и среднем уровнях образования (Бабухин, 2020; Смирнова, 2019; Стадник, 2013; Dvoryatkina, Merenkova, 2021), обширная методическая база на уровне магистратуры и аспирантуры (Сафина, 2021; Dunbar, 2000; Dvoryatkina, 2021). Количество научных работ, ориентируемых на высшее образование в данном контексте, еще очень мало и как показывает их анализ, происходит рост этих исследований с трендом на увеличение научно-исследовательской компоненты при обучении бакалавров, поскольку эта составляющая входит обязательным требованием при освоении ФГОС ВО. Имеющиеся отдельные работы в основном ориентированы на формирование исследовательских навыков и умений у будущих педагогов (Аскаров, 2017; Кашинцева, 2019; Федосеева, 2020), и только единичные исследования — в условиях инженерного и математического образования (Алисултанова, 2020; Бодряков, 2015; Бушуева, 2018; Крашенинников, 2016; Киричек, 2010; Jinhong, 2021).

Современными авторами проанализированы модели формирования исследовательской компетентности студентов, представлено новое видение исследовательской компетентности будущего инженера, ключевыми элементами которой предложены следующие: «понимание логики и базовых элементов общенаучной, отраслевой и предметной методологии исследования; умение определять ключевые элементы научного аппарата исследования, планировать эксперимент, готовность к сотрудничеству и активность в проведении экспериментально-исследовательской учебной работы и ответственность за ее результаты; умение обрабатывать (в том числе с использованием методов математической статистики и компьютерных технологий), анализировать и представлять результаты своей учебно-исследовательской деятельности, вести научную дискуссию; навыки поиска научной

информации, в т.ч. иноязычной, в печатных и электронных источниках» (Алисултанова, 2020).

В исследовании (Бушуева, 2018) отмечено, что в процессе подготовки инженерных кадров исследовательская работа включена как в естественные и технические дисциплины, так и гуманитарные. Основным методом работы по формированию навыков исследовательской деятельности предложен «Русский метод» на основе комплексного, системного и междисциплинарного подходов. Особенность данного метода заключается в прохождении студентами производственной практики, в ходе которой фундаментальные и теоретические знания применяются для решения практических научно-технических и научно-исследовательских задач.

Бодряковым В.Ю. и Ушаковой Л.Р. рассматривается практическое применение технологического (основан на базовых офисных пакетах MS Word, MS Excel) и индивидуализированного подхода (работа в парах) при формировании исследовательских компетенций обучаемых по направлению «Прикладная математика и информатика». На примере теоретического исследования – параллельный информационный поиск по двум свойствам выбранного вещества, авторы установили сформированность таких качеств у обучаемых как мотивация к исследовательскому поиску, культура и безопасность работы с информацией и др. (Бодряков, 2015).

Таким образом, в проанализированных работах авторы ориентируют в основном на структуру компетентностной модели выпускника, выделяют содержательное наполнение данной модели исследовательской деятельности, выделяют эффективные методологические подходы. Крайне мало уделено внимания практической реализации выделенных подходов и методов на конкретных примерах и дисциплинах.

Вместе с тем, приоритетными целевыми ориентирами научных исследований в области теории и методики профессионального образования (уровень бакалавриата) являются формирование профессиональных компетенций будущих специалистов в рамках ведущей учебной деятельности. В ФГОС ВО сформулированы профессиональные компетенции (ПК), соответствующие научно-исследовательской деятельности бакалавров в области прикладной математики: «способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области (ПК-1); способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики (ПК-2); способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата (ПК-3); способность публично представлять собственные и известные научные результаты (ПК-4)» (ФГОС, 2014).¹

Таким образом, объединяясь с научно-исследовательской деятельностью, учебный процесс все более трансформируется в реальную профессиональную деятельность, которая в настоящее время составляет основу процесса становления конкурентоспособного специалиста.

Исследовательские задания как инструмент формирования профессиональных компетентностей студентов-бакалавров

В контексте рассматриваемой темы исследования имеется очень широкий спектр разделов высшей математики, способных активизировать научно-исследовательскую деятельность студентов на младших и старших курсах. Так как научно-исследовательскую деятельность на первых курсах мы тесно связываем с базовыми элементами изучаемых дисциплин, и результаты этой работы проявляются чуть позже и немного в другом качестве, то для получения более значимых результатов, объектом исследования стали студенты 3-4 курсов. Например, очень интересными, на наш взгляд, являются такие темы, как «Уравнения в частных производных первого порядка» и «Обобщенные функции», после изучения

¹ Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 Математика (уровень бакалавриата). Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33774. URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/010301_Matematika.pdf

теоретических основ которых, студенты получают цельную картину такого раздела высшей математики, как «Дифференциальные уравнения». Внутреннее единство знания формирует познавательную активность, желание находить неординарные решения учебных (пока учебных) задач, адаптироваться к новым условиям, умение распознавать и работать со структурированным материалом. Работа в данном направлении по другим математическим дисциплинам непременно приведет к синергетическому эффекту: студенты самостоятельно будут открывать интегративные межпредметные связи учебных дисциплин, что должно сказаться на формировании у них творческого и нелинейного мышления.

Ввиду того, что на старших курсах студентами пройден такой раздел математики, как «Дифференциальные уравнения», для исследования авторы задействовали раздел «Обобщенные функции». Обобщенная функция, как известно, это обобщение классического понятия функции (линейный непрерывный функционал), которая позволяет записывать в математической форме некоторые идеализированные явления: плотность материальной точки, точечного заряда, диполя и т.д. Поскольку реально нельзя измерить значение физической величины в точке, а лишь в некоторой ее окрестности, то аппарат обобщенных функций является прекрасным средством для «видения» распределений разных физических величин. Базовые идеи теории обобщенных функций были сформулированы в 1935 году С.Л. Соболевым.

При изучении такой «необычной математики» студенты знакомятся с пространствами основных и обобщенных функций, с понятиями финитного функционала, с обобщенной производной, с прямым произведением и сверткой обобщенных функций, с преобразованием Фурье на S' и фундаментальным решением, помогают себе раскрыть связь между обычной и обобщенной производными. После этого они уже могут применять изученный новый математический аппарат к решению задач, с которыми они уже встречались ранее на занятиях по дисциплине «Дифференциальные уравнения в частных производных» (задача Коши для гиперболических и параболических уравнений, задача Дирихле для уравнения Лапласа) и оценить возможности и преимущества новых, полученных ими самостоятельно, знаний.

Приведем некоторые примеры исследовательских заданий по обобщенным функциям, которые могут обеспечить рост научного потенциала обучаемых.

Задача 1. Найти все функции $y(x) \in D'(R)$ такие, что $xy(x) = 0$.

Пусть $\varphi(x) \in D(R)$, тогда

$$(xy(x), \varphi(x)) = (y(x), x\varphi(x)) = 0. \quad (1.1)$$

Воспользуемся следующим утверждением.

Для любых функций $\psi(x), \eta(x) \in D(R)$ и $\eta(x) = 1$ в окрестности точки $x = 0$, $\varphi(x) = \frac{\psi(x) - \eta(x)\psi(0)}{x} \in D(R)$. (1.2)

Отсюда следует, что любую функцию $\psi(x) \in D(R)$ можно представить так:

$$\psi(x) = x\varphi(x) + \eta(x)\psi(0),$$

где $\varphi(x) \in D(R)$, а $\eta(x) \in D(R), \eta(x) = 1$ в окрестности нуля.

Рассмотрим функционал $(y(x), \psi(x))$. Применяя формулу (1.2), его можно записать в виде:

$$(y(x), \psi(x)) = (y(x), x\varphi(x) + \eta(x)\psi(0)) = (y(x), x\varphi(x)) + (y(x), \eta(x)\psi(0)).$$

Учитывая (1.1), получим:

$$(y(x), \psi(x)) = (y(x), \eta(x)\psi(0)) = ((y(x), \eta(x))\delta(x), \psi(x))$$

Таким образом, в пространстве $D'(R)$ $y(x) = (y(x), \eta(x))\delta(x)$, а так как $\eta(x)$ является фиксированной функцией, то получаем, что $y(x) = c\delta(x)$, где $c = const$.

Задача 2. Вычислить в $D'(R)$ свертку $e^{-2|x|} * e^{-3|x|}$.

Поскольку обе функции являются локально интегрируемыми, то применяя формулу свертки, получим:

$$e^{-2|x|} * e^{-3|x|} = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-2|x-y|} e^{-3|y|} dy = \int_{-\infty}^0 e^{-2|x-y|} e^{-3|y|} dy + \\ + \int_0^{\infty} e^{-2|x-y|} e^{-3|y|} dy = \int_{-\infty}^0 e^{-2|x-y|} e^{3y} dy + \int_0^{\infty} e^{-2|x-y|} e^{-3y} dy. \quad (2.1)$$

Если $y \in (-\infty; x)$, то $|x-y| = x-y$; если $y \in (x; +\infty)$, то $|x-y| = y-x$.

Пусть $x < 0$, тогда в силу (2.1) имеем:

$$e^{-2|x|} * e^{-3|x|} = \int_{-\infty}^x e^{-2x+2y} e^{3y} dy + \int_x^0 e^{2x-2y} e^{3y} dy + \\ + \int_0^{\infty} e^{2x-2y} e^{-3y} dy = e^{-2x} \frac{e^{5y}}{5} \Big|_{-\infty}^x + e^{2x} e^y \Big|_x^0 - e^{2x} \frac{e^{-5y}}{5} \Big|_0^{\infty} = \\ e^{-2x} \frac{e^{5x}}{5} + e^{2x} - e^{3x} + e^{2x} \frac{1}{5} = \frac{2}{5} (3e^{2x} - 2e^{3x}).$$

Если же $x > 0$, тогда имеем:

$$e^{-2|x|} * e^{-3|x|} = \int_{-\infty}^0 e^{-2x+2y} e^{3y} dy + \int_0^x e^{-2x+2y} e^{-3y} dy + \\ + \int_x^{\infty} e^{2x-2y} e^{-3y} dy = e^{-2x} \frac{e^{5y}}{5} \Big|_{-\infty}^0 - e^{-2x} e^{-y} \Big|_0^x - e^{2x} \frac{e^{-5y}}{5} \Big|_x^{\infty} = \\ e^{-2x} \frac{1}{5} + e^{-2x} - e^{-3x} + \frac{e^{-3x}}{5} = \frac{2}{5} (3e^{-2x} - 2e^{-3x}).$$

Задача 3. Найти фундаментальное решение у дифференциального оператора

$$\frac{d^2}{dx^2} - 2\frac{d}{dx} + 1.$$

Как известно, фундаментальное решение представимо в виде:

$E(x) = \Theta(x)u(x)$: здесь $\Theta(x)$ – функция Хевисайда, а $u(x)$ – является решением задачи

$$F\left(x, \frac{d}{dx}\right)u = 0, \\ u(0) = u'(0) = \dots = u^{n-2}(0) = 0, u^{n-1}(0) = 1, \quad \text{где} \\ F\left(x, \frac{d}{dx}\right) = \left(\frac{d}{dx}\right)^n + b_1(x)\left(\frac{d}{dx}\right)^{n-1} + \dots + b_{n-1}(x)\frac{d}{dx} + b_n(x), \\ b_j(x) \in C^\infty(\mathbb{R}).$$

Поэтому сначала необходимо решить следующую задачу Коши:

$$\begin{cases} u''(x) - 2u'(x) + 1 = 0, \\ u(0) = 0, \\ u'(0) = 1. \end{cases}$$

Курс обыкновенных дифференциальных уравнений студенты уже прошли, поэтому, решая соответствующее характеристическое уравнение

$$k^2 - 2k + 1 = 0,$$

имеют его корни: $k_1 = 1, k_2 = 1$, общее решение имеет вид:

$$u(x) = C_1 e^x + C_2 x e^x,$$

Из начальных условий находим коэффициенты C_1 и C_2 :

$$\begin{cases} C_1 + 0 = 0, \\ C_1 + C_2 = 1, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C_1 = 0, \\ C_2 = 1. \end{cases}$$

Поэтому $u(x) = xe^x$, следовательно, $E(x) = \Theta(x)xe^x$.

После теоретического исследования вопроса о сведении классической задачи Коши к обобщенной задаче Коши, можно приступить к решению следующих задач.

Задача 4. Рассмотрим классическую задачу Коши для волнового уравнения:

$$u(x, 0) = u_0(x),$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t),$$

где $t > 0, x \in \mathbb{R}$.

Если функции $f(x, t)$ и $u(x, t)$ (классическое решение задачи (4.1)-(4.2)) продолжить

$$\frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = u_1(x),$$

нулем при $t < 0$, то $u(x, t)$ будет решением обобщенной задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t) + u_0(x)\delta'(t) + u_1(x)\delta(t).$$

Решение задачи (4.4) представимо в виде

$$u(x, t) = U(x, t) + V(x, t) + W(x, t)$$

Здесь функции $U(x, t) = E(x, t) * f(x, t)$ – объемный запаздывающий потенциал, $V(x, t) = E(x, t) * (u_1(x)\delta(t))$ – поверхностный запаздывающий потенциал простого слоя, $W(x, t) = E(x, t) * (u_0(x)\delta'(t))$ – поверхностный запаздывающий потенциал двойного слоя, $E(x, t)$ – фундаментальное решение волнового уравнения, которое при $x \in \mathbb{R}$ записывается в виде

$$E(x, t) = \frac{1}{2a} \theta(at - |x|).$$

Пусть $f(x, t) \in D'(\mathbb{R}^2)$ и $f(x, t) = 0$ при $t < 0$, $u_0(x), u_1(x) \in D'(\mathbb{R})$. Будем полагать, что перечисленные выше функции являются локально интегрируемыми. Найдем решение обобщенной задачи (4.4).

Вычислим отдельно функции, находящиеся в правой части (4.5).

Пусть $\varphi(x, t) \in D(\mathbb{R}^2)$. Тогда имеем:

$$\begin{aligned} (U(x, t), \varphi(x, t)) &= \left(\frac{1}{2a} \theta(at - |x|) * f(x, t), \varphi(x, t) \right) = \\ &= \frac{1}{2a} (\theta(at - |x|) \cdot f(\xi, \tau), \eta(\tau) \cdot \eta(t) \cdot \eta(a^2 t^2 - |x|^2) \varphi(x + \xi, t + \tau)) = \\ &= \frac{1}{2a} \int_{\mathbb{R}^4} \theta(at - |x|) f(\xi, \tau) \varphi(x + \xi, t + \tau) dx d\xi dt d\tau. \end{aligned}$$

Сделаем в интеграле замену $x + \xi = x_1$, $t + \tau = t_1$ и перейдем к повторным интегралам:

$$\begin{aligned} (U(x, t), \varphi(x, t)) &= \frac{1}{2a} \int_{\mathbb{R}^2} \varphi(x_1, t_1) \int_{\mathbb{R}^2} \theta(a(t_1 - \tau) - |x_1 - \xi|) f(\xi, \tau) d\xi d\tau dx_1 dt_1 = \\ &= \frac{1}{2a} \int_{\mathbb{R}^2} \varphi(x, t) \int_{\mathbb{R}^2} \theta(a(t - \tau) - |x - \xi|) f(\xi, \tau) d\xi d\tau dx dt = \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{1}{2a} \int_{\mathbb{R}^2} \theta(a(t-\tau) - |x-\xi|) f(\xi, \tau) d\xi d\tau, \varphi(x, t) \right). \text{ Т.е.}$$

$$U(x, t) = \frac{1}{2a} \int_{\mathbb{R}^2} \theta(a(t-\tau) - |x-\xi|) f(\xi, \tau) d\xi d\tau.$$

Поскольку $f(\xi, \tau) = 0$ при $\tau < 0$, $\theta(a(t-\tau) - |x-\xi|) = 0$ при $t-\tau < 0$, то

$$U(x, t) = \frac{\theta(t)}{2a} \int_0^t \int_{-\infty}^{\infty} \theta(a(t-\tau) - |x-\xi|) f(\xi, \tau) d\xi d\tau.$$

В силу $\theta(a(t-\tau) - |x-\xi|) = 0$ при $a(t-\tau) - |x-\xi| < 0$, получим:

$$U(x, t) = \frac{\theta(t)}{2a} \int_0^t \int_{x-a(t-\tau)}^{x+a(t-\tau)} f(\xi, \tau) d\xi d\tau.$$

$$\begin{aligned} V(x, t) &= \frac{1}{2a} \theta(at - |x|) * u_1(x) \delta(t) = \frac{1}{2a} \theta(at - |x|)_x^* u_1(x) = \\ &= \frac{1}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \theta(at - |y|) u_1(x-y) dy = \\ &= \frac{1}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \theta(t) (\theta(at+y) - \theta(y-at)) u_1(x-y) dy = \\ &= \frac{\theta(t)}{2a} \int_{-at}^{at} u_1(x-y) dy = \frac{\theta(t)}{2a} \int_{x-at}^{x+at} u_1(\xi) d\xi. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W(x, t) &= \frac{1}{2a} \theta(at - |x|)_x^* (u_0(x) \delta'(t)) = \frac{1}{2a} \frac{\partial \theta(at - |x|)}{\partial t} * (u_0(x) \delta(t)) = \\ &= \frac{1}{2a} \frac{\partial \theta(at - |x|)}{\partial t} * u_0(x). \end{aligned}$$

В силу того, что $\frac{\partial \theta(at - |x|)}{\partial t} = a \delta(at - |x|)$, имеем:

$$\begin{aligned} W(x, t) &= \frac{1}{2} \theta(t) (\delta(at+x) + \delta(at-x)) * u_0(x) = \\ &= \frac{1}{2} \theta(t) (\delta(x) * u_0(at+x) + \delta(x) * u_0(at-x)) = \\ &= \frac{\theta(t)}{2} (u_0(at+x) + u_0(at-x)). \end{aligned}$$

Таким образом, в силу (4.6), (4.7) и (4.8), получим обобщенное решение задачи (4.4):

$$\begin{aligned} u(x, t) &= \theta(t) \left(\frac{u_0(x+at) + u_0(x-at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} u_1(\xi) d\xi + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2a} \int_0^t \int_{x-a(t-\tau)}^{x+a(t-\tau)} f(\xi, \tau) d\xi d\tau \right). \end{aligned}$$

Выводы

Проведенное исследование и многолетний практический опыт преподавания позволяет сделать следующие выводы:

1. Концепция становления конкурентоспособного специалиста на современном рынке труда основана на актуализации таких личностных качеств и способностей как самоорганизация и самовыражение, самоконтроль и самореализация. Интегрированность элементов учебной деятельности и научного поиска, гармоничная конструкция данной синергии может стать механизмом не только интеллектуального, эмоционально-поведенческого, мотивационного, но и профессионального развития обучаемого;

2. Исследование новых математических идей предлагаемых необязательных разделов высшей математики вносит в сознание бакалавров более глубокое понимание природы данной дисциплины, расширяет методологический кругозор, формирует целостную интегративную систему знаний, и как следствие обеспечивает эффективное развитие и раскрытие исследовательского потенциала обучаемых;

3. Интегрирующим компонентом при изучении различных математических курсов являются базовые элементы логики, алгебры, аналитической геометрии, математического анализа. Проникая в сущность этих понятий, студенты начинают видеть через них большее – целостность математики, что в свою очередь позволяет избавиться от привязки к конкретной дисциплине и приобрести свободу выбора метода исследования при выполнении научно-исследовательских проектов.

Список литературы

- Алисултанова Э.Д., Намаева М.М., Магамадова Т.С. Методология формирования исследовательской компетентности в условиях инженерного образования // Вестник Грозненского государственного нефтяного технического университета. 2020. Т. 22. № 4. С. 65-75.
- Аскарлов И.Б. Управление и планирование процесса формирования исследовательских умений и навыков будущих преподавателей профессионального образования // Школа будущего. 2017. № 2. С. 10-15.
- Бабухин М.А. Педагогические принципы формирования исследовательской самостоятельности обучающихся // Вестник московского государственного областного университета. 2020. №1. С. 6-12.
- Бодряков В.Ю., Ушакова Л.Р. Практический опыт формирования исследовательских компетенций студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика» // Педагогическое образование в России. 2015. № 7. С. 172-181.
- Бушуева В.В., Бушуев Н.Н., Бобров А.Н., Самсонова А.В. Некоторые аспекты подготовки студентов МГТУ им. Баумана к научно-исследовательской деятельности // Гуманитарный вестник. 2018. № 12 (74). С. 6.
- Кашинцева О.А. Исследовательская деятельность студентов-бакалавров направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Математика и информатика) при изучении темы "Пределы" // Информационные и педагогические технологии в современном образовательном учреждении сб. науч. трудов / под ред. Ю.В. Грибкова. Череповец: Изд-во Череповецкого государственного университета, 2019. С. 145-147.
- Киричек Г.А. Научно-исследовательская деятельность студентов по курсу "Высшая математика" // Наука – промышленности и сервису. 2010. № 5-2. С. 411-417.
- Крашенинников С.А., Бодряков В.Ю. Информационно-коммуникационные технологии в формировании и развитии исследовательских компетенций студентов, обучающихся по направлению "01.03.02 Прикладная математика и информатика" // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сб. статей / под ред. Т.М. Сигитова. Пермь: Изд-во ИП Сигитов, 2016. Вып. 8. С. 5-9.

- Сафина Г.Г., Закирова В.Г. Развитие мотивационно-ценностного отношения магистрантов к самостоятельной исследовательской деятельности // Международный исследовательский журнал. 2021. № 11-3 (113). С. 113-119.
- Смирнова П.В., Кривова В.А. Мастер-класс для старшеклассников: кому, зачем и как нужно развивать исследовательские навыки // Известия института педагогики и психологии образования. 2018. №3. С. 107-115.
- Стадник О.А. Опыт формирования исследовательских умений у студенческой молодежи путем участия в олимпиадах международного, всеукраинского и регионального уровней // Научный диалог. 2013. № 8. Т. 20. С. 167-177.
- Федосеева Л.А., Дубровин Н.А., Ермолаева Е.Л., Воронцов А.М., Барсукова А.Е. Исследовательская деятельность современного педагога // Современные научные исследования и инновации. 2020. № 12 (116). С. 41. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2020/12/94050>
- Dvoryatkina S.N., Dyakina A.A. Horizontal Network Organization Form of Undergraduates' Research Activities Based on Interdisciplinary Interaction. International Conference on Language and Technology in the Interdisciplinary Paradigm (LATIP 2021) // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. 2021. No. 118. P. 575-583. doi: 10.15405/epsbs.2021.12.71
- Dvoryatkina, S. N., Merenkova, V. S., Smirnov, E. I. Diagnostics of psychological readiness of high school students for research activities in mathematics in the design context of a hybrid intellectual learning environment // Perspectives of Science and Education. 2021. № 6(52). P. 192-210. doi: 10.32744/pse.2021.6.13
- Dunbar K. How scientists think in the real world: Implications for science education // Journal of Applied Developmental Psychology. 2000. No. 21(1) P. 49-58.
- Jinhong Li, Kangpei Z. Research on Further-Supporting Mechanism of Academic Science and Technology Competition Achievements for Science and Engineering Majors // Advances in Applied Sociology, 2021. No.11.P. 482-491. doi: 10.4236/aasoci.2021.1110042

SCIENTIFIC RESEARCH AS A TOOL FOR FORMING PROFESSIONAL COMPETENCES OF BACHELORIES IN APPLIED MATHEMATICS

Dvoryatkina S. N. Dr. Sci. (Pedagogy), professor sobdvor@yelets.lipetsk.ru Yelets	Bunin Yelets State University
Melnikov R. A. Ph.D (Pedagogy), Associate Professor roman_elets_08@mail.ru Yelets	Bunin Yelets State University
Shcherbatykh V. E. Ph.D (Phys. and Math.), Associate Professor, wega18@mail.ru Yelets	Bunin Yelets State University

Abstract. For the successful realization of personal potential with subsequent employment in the labor market and career growth, it is necessary to train students in the skills of independent search, collection, systematization and processing of information through research practice. Great attention is also paid to the issues of building scientific potential at the state level. The new national project "Science and

Universities" highlights key priorities within which technologies are created and used, solutions are implemented that most effectively respond to major challenges for society, the state and science. In this regard, the development of research activities of students becomes an urgent task of modern education. This task is especially relevant for mathematical education as an important direction of all fundamental and applied science. The purpose of the study is to form professional competencies of bachelors of applied mathematics by accompanying independent research activities of students in the direction of in-depth study of classical sections of mathematical science (using the example of a generalized function). Some examples of research tasks on generalized functions are illustrated, which bring into the consciousness of students a deeper understanding of the essence of higher mathematics, expand methodological horizons, form a holistic integrative system of knowledge, and, as a result, ensure the effective development and disclosure of the research potential of students. The results of the study have practical value, as they act as an effective mechanism for unlocking the research potential of trainees by setting research tasks to give integrity to the subject content of mathematical courses. The proposed research tasks in the content of mathematical courses were not previously considered in the educational and methodological literature.

Keywords: research activities, professional competencies, applied mathematics, generalized functions.

References

- Alisultanova, E. D., Namaeva, M. M., Magamadova, T. S. (2020). Research competence formation methodology in the context of engineering education. *Bulletin of the Grozny State Petroleum Technical University*, 22(4), 65-75. DOI: 10.34708/GSTOU.2020.78.28.009 (In Russ., abstract in Eng.)
- Askarov, I. B. (2017). Management and planning process of formation research skills of future teachers of professional education. *The school of the future*, (2), 10-15. (In Russ., abstract in Eng.)
- Babukhin, M. A. (2020). Pedagogical principles of forming students' research independence. *Bulletin of the Moscow State Regional University*, 1, 6-12. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-1-6-13 (In Russ., abstract in Eng.)
- Bodryakov, V. Yu., Ushakova, L. R. (2015). Prakticheskij opy't formirovaniya issledovatel'skix kompetencij studentov, obuchayushhixsya po napravleniyu «Prikladnaya matematika i informatika». *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, (7), 172-181.
- Bushueva, V. V., Bushuev, N. N., Bobrov, A. N., Samsonova, A. V. (2018). Some aspects of training students of bauman moscow state technical university for research activities. *Humanitarian Bulletin*, 12(74), 6. DOI: 10.18698/2306-8477-2018-12-585 (In Russ., abstract in Eng.)
- Dvoryatkina, S. N., Dyakina, A. A. (2021). Horizontal Network Organization Form of Undergraduates' Research Activities Based on Interdisciplinary Interaction. International Conference on Language and Technology in the Interdisciplinary Paradigm (LATIP 2021). *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS*, 118, 575-583. DOI: 10.15405/epsbs.2021.12.71 (In Eng.)
- Dvoryatkina, S. N., Merenkova, V. S., Smirnov, E. I. (2021). Diagnostics of psychological readiness of high school students for research activities in mathematics in the design context of a hybrid intellectual learning environment. *Perspectives of Science and Education*, 6(52), 192-210. DOI: 10.32744/pse.2021.6.13 (In Eng.)
- Dunbar, K. (2000). How scientists think in the real world: Implications for science education. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 49-58. (In Eng.)

- Fedoseeva, L. A., Dubrovin, N. A., Ermolaeva, E. L., Vorontsov, A. M., Barsukova, A. E. (2020). Issledovatel'skaya deyatel'nost' sovremennogo pedagoga. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovacii*, 12 (116), 41. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2020/12/94050>
- Jinhong, Li, Kangpei, Z. (2021). Research on Further-Supporting Mechanism of Academic Science and Technology Competition Achievements for Science and Engineering Majors // *Advances in Applied Sociology*. No.11.P. 482-491. doi: 10.4236/aasoci.2021.1110042
- Kashintseva, O. A. (2019). Issledovatel'skaya deyatel'nost' studentov-bakalavrov napravleniya podgotovki 44.03.05 Pedagogicheskoe obrazovanie (s dvumya profilyami podgotovki) (Matematika i informatika) pri izuchenii temy "Predely" [Research activity of bachelor students in the field of training 44.03.05 Pedagogical education (with two training profiles) (Mathematics and computer science) when studying the topic "Limits"]. *Informacionnyye i pedagogicheskie texnologii v sovremennom obrazovatel'nom uchrezhdenii: sb. nauch. trudov. Pod red. Yu.V. Gribkova.* (pp. 145-147) Cherepovecz: Izd-vo Cherepoveczkogo gosudarstvennogo universiteta (In Russ.).
- Kirichek, G. A. (2010). Nauchno-issledovatel'skaya deyatel'nost' studentov po kursu "Vysshaya matematika. *Nauka – promy'shlennosti i servisu*, 5-2, 411-417. (In Russ.).
- Krashennnikov, S. A., Bodryakov, V. Yu. (2016). Informacionno-kommunikacionnyye texnologii v formirovanii i razvitii issledovatel'skix kompetencij studentov, obuchayushhixsya po napravleniyu "01.03.02 Prikladnaya matematika i informatika" [Information and communication technologies in the formation and development of research competencies of students studying in the direction of "01.03.02 Applied Mathematics and Computer science"]. *Razvitie sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnyye aspekty: sb. nauch. trudov. Pod red. T.M. Sigitova.* (8, pp. 5-9). Perm': Izd-vo IP Sigitov (In Russ.).
- Safina, G. G., Zakirova, V. G. (2021). On the development of motivational and value attitude of undergraduates towards independent research activities. *International Research Journal*, 11-3 (113), 113-119. DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.095 (In Russ., abstract in Eng.)
- Smirnova, P. V., Krivova, V. A. (2018). Master-klass dlya starsheklassnikov: komu, zachem i kak nuzhno razvivat' issledovatel'skie navy'ki. *Izvestiya instituta pedagogiki i psixologii obrazovaniya*, 3, 107-115 (In Russ.).
- Stadnik, O. A. (2013). Experience of research skills formation in young students by means of participation in competitions of international, all-Ukrainian and regional levels. *Scientific Dialogue*, 8(20), 167-177. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-35-47

УДК
378.51**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ
ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА В ЦИФРОВОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ****Санина Елена Ивановна**
д.п.н., профессор
esanmet@yandex.ru
г. Москва

Российская таможенная академия

Артюхина Мария Сергеевна
к.п.н., доцент
marimari07@mail.ru
г. АрзамасНациональный исследовательский
Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского**Артюхин Олег Игоревич**
к.п.н., доцент
oma_net@mail.ru
г. АрзамасНациональный исследовательский
Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского**Савадова Араксия Аркадьевна**
ст. преподаватель
savadova2009@yandex.ru
г. АрмавирАрмавирский государственный
педагогический университет

Аннотация. Для эффективной организации обучения математике и формирования самостоятельной деятельности студентов, а также важным средством профессионального становления являются интернет-технологии. В условиях сокращения времени на адаптацию к новой профессиональной деятельности ключевыми требованиями к выпускникам вузов становятся не только профессиональные навыки, но личностные характеристики, такие как активность, мобильность, креативность, конкурентоспособность и стрессоустойчивость. В связи с этим изменяется подготовка будущих специалистов, видоизменяются задачи и цели обучения. В значительной степени это касается математической подготовки студентов экономических направлений подготовки. Образовательные веб-квесты позволяют совместить учебное математическое содержание и экономические задания для усиления профессиональной направленности математической подготовки обучающихся на экономических профилях. При этом образовательные веб-квесты по математике направлены на саморазвитие и самоорганизацию студентов-экономистов. Линейная алгебра является важнейшим инструментом экономического анализа. Зная математические формулы, умея проводить вычислительные расчеты с матрицами, обладая навыками подбора необходимых формул и свойств матричного вычисления, можно выразить ряд экономических законов, а также найти необходимые экономические показатели. В статье представлен веб-квест по курсу линейной алгебры для обучающихся на экономических направлениях подготовки по теме «Матричная алгебра в экономике». Используя образовательные Интернет-ресурсы, экономические показатели и ссылки на математическую учебную литературу, студентам необходимо выполнить задания математического образовательного квеста и выставить результаты в подготовленном облаке. Рассмотренный веб-квест

позволяет придать выполнению учебных заданий дополнительные стимулы и смыслы, а учебное познание облечь в такие формы деятельности, которые были бы притягательны обучающимся, созвучны их внутренним устремлениям.

Ключевые слова: самостоятельная работа, интернет-технологии, личностный и профессиональный рост обучающихся.

Введение

Современное образование направлено на разностороннее формирование и развитие личности. Поскольку происходят глобальные изменения современного мира, возрастают потребности всей мировой экономики и рынка труда, то трансформируются требования к выпускникам высшей школы. В условиях сокращения времени на адаптацию к новой профессиональной деятельности, ключевыми требованиями к выпускникам вузов становятся не только профессиональные навыки, но личностные характеристики, такие как активность, мобильность, креативность, конкурентоспособность и стрессоустойчивость. В связи с этим изменяется подготовка будущих специалистов, видоизменяются задачи и цели обучения:

- увеличение объема и глубины набора знаний;
- непрерывное совершенствование образовательного, профессионального, личностного уровня;
- акцент на информационную культуру и грамотность, не только в контексте будущей профессии, но и в смежных областях;
- изменение педагогического взаимодействия, где обучающийся переходит из объектного в субъектное положение;
- активное профессиональное саморазвитие.

Традиционная передача знаний, как конкретного образца для усвоения знаний, в новых условиях является не эффективной и устаревшей, необходима трансформация образовательного процесса в сторону самостоятельного получения и усвоения новых знаний. Это позволит не только сформировать у студентов теоретическую основу и практические навыки, но и создать условия для дальнейшего развития и самообразования. Здесь самостоятельная работа является элементом индивидуализации обучения. Что в значительной степени увеличивает личную ответственность обучающихся за результат, где каждый активно включается в самостоятельную учебную деятельность.

Обзор литературы

В педагогических исследованиях понятие «самостоятельная работа» определяется в различных контекстах. Организационная и содержательная формы являются ключевыми в определении самостоятельной работы обучающихся. Наиболее общим в различных формулировках, можно выделить особый формат учебной работы над набором разнообразных заданий (профессионального, исследовательского, учебного и пр. содержания), который выполняется под руководством педагога. Дидактические задачи выполнения самостоятельной работы определяются ее содержанием:

- усвоение, контроль и проверка теоретических знаний;
- приобретение и отработка практических и профессиональных навыков и умений;
- накопление опыта выполнения различных типов деятельности;
- отработка систем поведения в различных учебных ситуациях.

Особенности содержания и возможности форм проведения самостоятельной работы позволяют организовать активную познавательную учебную деятельность обучающихся. Она трансформируется в ведущую форму организации учебного процесса, где видоизменяется форма получения и закрепления учебного материала, где значимой целью становится формирование личностных и профессиональных навыков. Поэтому «специально организованная самостоятельная работа обучающихся становится основным форматом

обучения в вузе» (Санина, 2020). Процесс построения самостоятельной работы студента становится актуальной и востребованной задачей педагогов и методистов.

Анализ научно-методической литературы выявил разносторонние исследования в области организации самостоятельной работы обучающихся. Психолого-педагогические исследования в области системно-деятельностного подхода к обучению и организации самостоятельной деятельности обучающихся раскрыта в работах Л.С. Выготского, В.В. Давыдова, Д.Б. Эльконина, М.Т. Громковой, П.И. Пидкасистого, Н.И. Чиканцевой, Е.А. Щуклиной и др. (Санина, 2012). Научно-методические исследования в области организации самостоятельной деятельности в информационно-образовательной среде студентов вуза и СПО представлены в работах Г.А. Алексяняна, С.В. Зенкиной, С.К. Карауылбаева, Л.К. Раицкой, М.А. Фёдоровой и др. (Sanina, 2020). Самостоятельная работа, как элемент концепции фундирования опыта деятельности личности обучающихся представлена в работах С.Н. Дворяткиной (Dvoryatkina, 2018), И.В. Кузнецовой, В.С. Секованова, Е.И. Смирнова (Smirnov, 218), С.А. Тихомирова и др. Самостоятельная работа в процессе обучения математике, как основная форма обучения, представлена в работах М.С. Артюхиной (Artyukhina, 2021), С.Н. Дворяткиной (Дворяткина, 2017; Дворяткина, 2018), Е.И. Саниной (Sanina, 2017), Е.И. Смирнова (Smirnov, 2018), С.В. Щербатых (Shcherbatykh, 2018) и др.

Вопросы, которые рассматривались в этих исследованиях, последовательно показали переход от организации самостоятельной работы, как средства обучения студентов, к формированию самостоятельной деятельности для осуществления непрерывного образования. Особое внимание в отечественных исследованиях уделяется взаимодействию школы и вуза в реализации преемственности в формировании самостоятельной деятельности обучающихся в системе «школа-вуз». Средствами формирования самостоятельной деятельности представлены коммуникативные и интерактивные технологии, интернет-технологии и др. Особенно актуальными в современных реалиях оказались работы, раскрывающие особенности формирования самостоятельной деятельности студентов в информационно-образовательной среде. Наиболее актуальным является применение электронных образовательных контентов в сети Интернет (Му, 2019; Petropoulou 2020; Wongwuttawat, 2020). При этом в зарубежной литературе выделяются различные виды учебных Интернет-материалов (Bozkurt Aras, 2021; Chaka 2020): хотлист (hotlist), трежахант (treasurehunt), сабдъектсэмпла (subjectsampler), мультимедиа скрэпбук (multimediascrapbook), веб-квест (webquest), которые активно применяются в образовательном процессе вуза (Hassan, 2021; Jian, 2019; Kanwal, 2020; Li Kam Cheong 2021).

Наиболее востребованным средством цифровой образовательной среды является образовательный веб-квест (March, 2000; 2004). Можно выделить несколько основных частей образовательного веб-квеста (Dodge, 1995; 2001):

- введение (отражена основная информация, ключевые понятия и вопрос);
- задание (определена цель, условия, проблема и выделены способы ее решения);
- процесс (поэтапное описание хода работы с ссылки на учебную литературу и образовательные интернет-ресурсы);
- оценка (подробная шкала для самооценки и критерии оценки преподавателя);
- заключение (обобщение результатов, подведение итогов);
- страницы для обучающегося (дополнительно).

Обязательным элементом оценивания любого образовательного веб-квеста является наличие подробной шкалы критериев оценки, по которой оцениваются все обучающиеся, работающие над квестом, не исключено самооценивание, перекрестная оценка и групповая оценка. Наличие открытого доступа всех участников к критериям оценивания педагога результатов прохождения учебного веб-квеста. Поскольку задание учебного квеста является проблемным и комплексным, а результат может быть представлен в различных формах, то и его оценивание должно быть многокритериальным и основываться на нескольких показателях учебной работы. Учитывая особенности математических учебных квестов, наиболее эф-

фективным оцениванием деятельности обучающихся является индивидуальный или групповой проект. Предварительная публикация подготовленного проекта является обязательным условием выполнения квеста. Организовать публикацию учебных проектов можно на специальной платформе, учебном портале или применяя облачные технологии. Облачные технологии позволяют быстро и качественно организовать закрытое учебное интернет-пространство в виде «облака» с правом доступа педагога и всех участников образовательного веб-квеста. Обсуждение и оценивание проекта, как результата прохождения образовательного квеста, может проводиться в различных формах: на занятии (аудиторная работа), дистанционно (онлайн режим) или в растянутых временных периодах (офлайн режим). На защите оценивается весь проект и работа каждого обучающегося с обязательным самооцениванием и рефлексией.

Результаты

Математическая подготовка входит в состав большинства обучающих программ вне зависимости от направления и профиля подготовки студентов. Поэтому математическое образование должно способствовать профессиональному становлению обучающихся и включать профессиональный контекст. При этом необходимо развитие самообразовательной деятельности студентов не только для повышения уровня математической подготовки, но и для развития личностных качеств будущего специалиста в условиях насыщенной информационной предметной среды. В значительной степени это касается математической подготовки студентов экономических направлений подготовки.

Образовательные веб-квесты позволяют совместить учебное математическое содержание и экономические задания, для усиления профессиональной направленности математической подготовки обучающихся на экономических профилях. «При этом образовательные веб-квесты по математике направлены на саморазвитие и самоорганизацию студентов-экономистов» (Артюхина, 2019).

Подробно рассмотрим веб-квест по курсу линейной алгебры для обучающихся на экономических направлениях подготовки по теме «Матричная алгебра в экономике». Используя образовательные Интернет-ресурсы, экономические показатели и ссылки на математическую учебную литературу, студентам необходимо выполнить задания математического образовательного квеста и выставить результаты в подготовленном облаке.

1 этап (теоретический). На данном этапе студенты знакомятся с математическим содержанием, которое необходимо для решения определенного типа экономических задач (образовательных Интернет-ресурсов, цифровые источники и литература).

Подробно представим ход работы обучающихся:

- подготовить экономические термины из содержания поставленной задачи;
- ознакомиться с выделенными экономическими понятиями;
- повторить или изучить математические понятия, необходимые для решения поставленной экономической задачи;
- составить глоссарий, содержащий все экономические и математические термины, необходимые для решения поставленной задачи.

Необходимо подготовить подробные рекомендации для поиска учебной информации. Это может быть список литературы, образовательные Интернет-ресурсы, учебные материалы по математике и экономике в рамках изучаемой темы.

Результатом работы обучающихся на 1 этапе являются индивидуальные проекты в виде глоссария, в котором содержатся экономические и математические термины, определения, теоретические основы, необходимые для решения поставленной задачи. Обучающимися выставляются подготовленные глоссарии (различные электронные форматы) в облаке учебной группы.

2 этап (практический). Подробное решение математической задачи с экономическим содержанием (математические расчеты).

Подробно представим ход работы обучающихся:

- самостоятельно сформулировать экономическую задачу;
- составить план решения экономической задачи;
- реализовать план;
- получить ответ (численный, или аргументированный вывод с доказательством).

Необходимо организовать консультации с преподавателями математики и экономики. Результатом данного этапа является формулировка задачи с экономическим содержанием, подробное математическое решение и экономическое обоснование полученного решения. Задачи и их решения выставляются в учебном облаке.

3 этап (информационный). Реализовать решение, графическое представление решения или результатов решения с помощью цифровых инструментов или информационных сервисов (графические редакторы, математические пакеты, динамические среды, цифровые инструменты, информационные ресурсы и т.п.).

Подробно представим ход работы обучающихся:

- подобрать цифровой инструмент или информационный сервис, необходимый для решения поставленной задачи;
- реализовать возможности цифрового инструмента или информационного сервиса в поставленной задаче;
- проанализировать полученный результат.

В результате студенты должны подобрать и воспользоваться математическими цифровыми пакетами линейной алгебры, которые позволят проверить решение или графически представить полученный результат сформулированной задачи.

4 этап (заключительный). Защита проекта.

Подробно представим ход работы обучающихся:

- оформить решение экономической задачи;
- подготовить презентацию решения поставленной экономической задачи;
- подготовить и выступить с докладом;
- оценка проекта (самооценка, рефлексия, оценивание педагогом и другими обучающимися).

В результате студенты должны представить полный проект, включающий все этапы квеста, пройти аудиторную защиту, получить оценку. Проект защищается на занятии (возможно дистанционная форма защиты), а также выставляется в облаке.

На заключительном этапе обучающиеся готовят итоговый проект, включающий все этапы прохождения учебного квеста. Итоговый проект может быть групповым или индивидуальным, может включать следующие структурные компоненты:

1. Глоссарий. Используя Интернет-ресурсы и учебную литературу, предложенную преподавателем, каждый обучающийся подготавливает глоссарий.

Математическая часть глоссария должна раскрывать следующие понятия: вектор, операции над векторами (свойства), система, базис системы, ранг системы, матрица (виды, свойства, операции), действия с матрицами (свойства), определитель (свойства), обратная матрица, математическая модель экономического объекта.

Экономическая часть глоссария должна раскрывать следующие понятия: коэффициент прямых затрат, чистая продукция отрасли, конечная продукция, плановый период, отрасль, плановый объем валовой продукции, межотраслевая поставка и пр.

2. Формулировка математической задачи с экономическим содержанием. Обучающиеся, используя Internet, цифровые образовательные ресурсы и рекомендуемую учебную литературу, самостоятельно подбирают экономическую задачу или на основе анализа экономических данных составляют собственную задачу.

Примером может служить следующая задача: зная экономические показатели на плановый период химической и стекольной отраслей Балахнинского района Нижегородской области (коэффициенты прямых затрат, конечную продукцию), необходимо рассчитать плановые объемы валовой продукции, межотраслевые поставки, чистую продукцию (пример проекта студента 1 курса направления «Экономика» по предмету «Линейная алгебра»).

3. Математическое решение.

Представим данные из сети Internet в виде таблицы 1.

Таблица 1.

Отрасль		Потребление		Конечный продукт
		Химическая	Стекольная	
Производство	Химическая	0,4	0,25	300
	Стекольная	0,5	0,4	200

Представление данных в виде таблицы позволяет наглядно показать математическую модель решения поставленной задачи и выделить математические объекты для матричного решения. Таким образом, имеется математическая запись матрицы прямых затрат (1):

$$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,25 \\ 0,5 & 0,4 \end{pmatrix} \quad (1)$$

и математическая запись вектор конечного продукта (2):

$$Y = \begin{pmatrix} 300 \\ 200 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Используя формулу межотраслевого баланса и вычисляя обратную матрицу, высчитываем плановые объемы валовой продукции двух отраслей (рис. 1).

$$X = (E - A)^{-1} Y$$

$$E - A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,4 & 0,25 \\ 0,5 & 0,4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,6 & -0,25 \\ -0,5 & 0,6 \end{pmatrix}$$

$$(E - A)^{-1} = \begin{pmatrix} 2,553 & 1,064 \\ 2,128 & 2,533 \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} 2,553 & 1,064 \\ 2,128 & 2,533 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 300 \\ 200 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 978,723 \\ 1148,936 \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Математические расчеты вектора валового продукта

Полученные данные позволяют определить плановый объем валовой продукции химической отрасли, который составляет 978,723, и плановый объем валовой продукции стекольной отрасли составляет 1148,936.

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i}, \text{ где } i, j = 1, 2, 3$$

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_i, \text{ где } i, j = 1, 2, 3$$

$$x_{11} = a_{11} \cdot x_1 = 0,4 \cdot 978,723 = 391,498$$

$$x_{21} = a_{21} \cdot x_1 = 0,5 \cdot 978,723 = 489,362$$

$$x_{12} = a_{12} \cdot x_2 = 0,25 \cdot 1148,936 = 287,237$$

$$x_{22} = a_{22} \cdot x_2 = 0,4 \cdot 1148,936 = 459,574$$

Рис. 2. Вычисление значений межотраслевых поставок

Для определения межотраслевых поставок необходимо воспользоваться коэффициентом прямых затрат. Коэффициент прямых затрат можно представить через объем ресурса, который необходим для производства единицы продукта конкретной отрасли (рис. 2.).

Полученные значения представляем в виде таблицы 2.

Таблица 2.

Отрасль		Потребление		Конечный продукт
		Химическая	Стекольная	
Производство	Химическая	391,498	287,237	300
	Стекольная	489,362	459,574	200

Вычислим условно чистую продукцию химической (z_1) и стекольной (z_2) отраслей Балахнинского района, воспользовавшись формулой: $x_j = x_{1j} + x_{2j} + z_j$.

Проведя алгебраические вычисления, получаем, что условно чистая продукция химической отрасли составляет 97,872, а условно чистая продукция стекольной отрасли составляет 402,128.

4. Проверка полученных результатов с помощью математических пакетов и приложений. Для предлагаемой задачи трудности могут возникнуть при вычислении обратной матрицы и при умножении матриц разной размерности. Поэтому, можно воспользоваться Internet ресурсами или математическими пакетами. Преимущества Internet ресурсов, например, онлайн калькуляторов, заключается в том, что можно поэтапно представить ход вычисления обратной матрицы. Но для обычной проверки, можно воспользоваться возможностями универсального табличного процессора Excel (рис. 3).

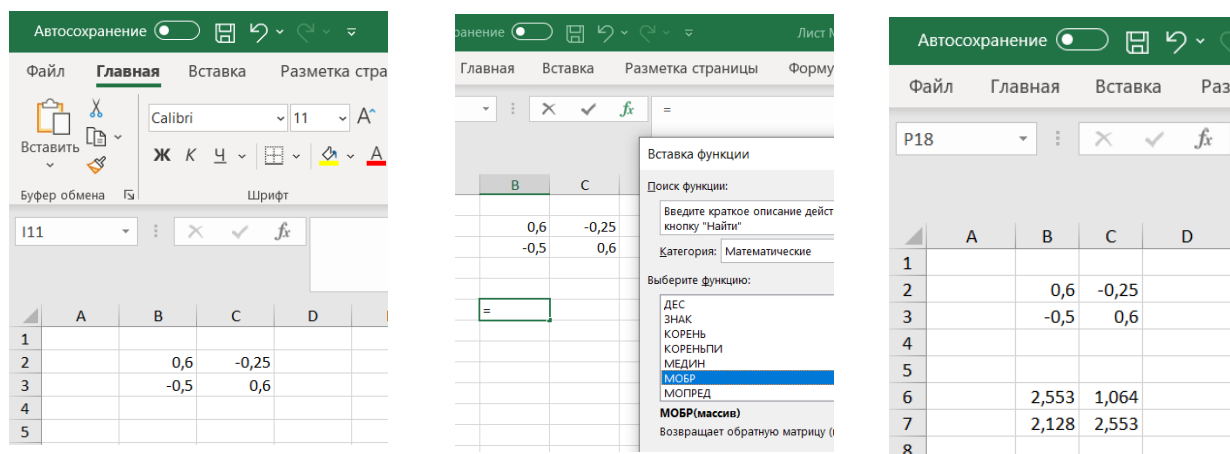


Рис. 3. Вычисление обратной матрицы MS Excel

5. Экономическое обоснование полученного ответа.

В результате проведенной работы и полученных данных определены ключевые экономические составляющие двух важных отраслей Балахнинского района химической и стекольной отраслей.

6. Выводы о значимости математических знаний для экономических расчетов.

Одним из мощных инструментов экономического анализа является линейная алгебра. Возможности линейной алгебры (матричные вычисления) позволяют находить экономические показатели, изучать и раскрывать экономические законы.

Оценка проекта осуществляется на основе анализа его содержания (соответствия поставленной цели, уровня математических вычислений и экономического обоснования полученных результатов), уровня выступления (в том числе, сопутствующего мультимедийного сопровождения), учитывается оценка группы и самооценка.

Рассмотренный веб-квест, реализуется на основе интерактивной модели обучения математике на экономических направлениях подготовки, в основе которого трансформация учебной задачи происходит на основе включения в математическое задание контекстного содержания и личностно-значимых компонентов. Интернет-технологии позволяют расширить виды деятельности обучающихся, повысить информационную культуру и сформировать ряд общепрофессиональных компетенций.

Заключение

Цифровая образовательная среда включает большой инструментарий для организации самостоятельной деятельности обучающихся при изучении математических дисциплин на непрофильных направлениях подготовки. Интеграция профессионального контекста в интерактивную модель обучения математике на основе Интернет-технологий позволяет организовать эффективную самостоятельную работу обучающихся.

Список литературы

- Артюхина М.С., Артюхин О.И., Санина Е.И. Web-технологии в профессиональном становлении обучающихся экономических направлений подготовки // Современные Web-технологии в цифровом образовании: значение, возможности, реализация: сборник статей участников Международной научно-практической конференции / Науч. ред. С.В. Миронова, отв. ред. С.В. Напалков; Арзамасский филиал ННГУ. Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ. 2019. С. 347-352.
- Дворяткина С.Н., Дякина А.А., Розанова С.А. Синергия гуманитарного и математического знания как педагогическое условие решения междисциплинарных проблем // Интеграция образования. №1 (86). 2017. С. 8-18.
- Дворяткина С. Н., Мкртчян М. А., Розанова С. А. Духовно-нравственный эффект как результат интеграции математического и гуманитарного знания в высшей школе // Интеграция образования. 2018. Т. 22. № 2. С. 355–370. (DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.355-370)
- Санина Е.И., Помелова М.С., НямНгокТан. Оптимизация самообразования средствами коммуникативных и информационных технологий / под общ.ред. Е.И. Саниной. М.: РУДН, 2012.
- Санина Е.И., Воронько Т.А., Савадова А.А. Формирование готовности студентов к самообразовательной деятельности в процессе обучения математике в вузе // Мир науки, культуры и образования. 2020. №1(80). С. 173-176.
- Artyukhina M., Erokhina T., Voronko T., Savadova A., Cherkassky P. Organization of e-learning mathematics at the university. EDULEARN19 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (1-3 July, 2019 Palma, Mallorca, Spain). Published by IATED Academy, 2019. pp. 5019-5023.
- Artyukhina M., Bataeva Ya., Voronko T., Mitrokhina S., Udovenko L. Self-Educational Activity Formation Of University Students In Teaching Mathematics In Digital. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2021. pp. 85-90. DOI: 10.15405/epsbs.2021.05.12.
- Artyukhina M., Artyukhin O., Napalkov S., Abramova O. Educational web quests in mathematics as an element of the digital educational environment. EDULEARN21 13th International Conference on Education and New Learning Technologies (5-6 Jule, 2021). Published by IATED Academy, 2021. pp. 8570 – 8573
- Artyukhina M., Chekaleva E., Mitrokhina S., Krivopustova N., Abramova O., Nesterova L. Formation of self-organization as condition of personal development of trainee in digital educational environment. ICERI2021 14th International Conference on Education, Reseach and Innovation (8-9 November, 2021). Published by IATED Academy, 2021. pp. 2392 – 2396
- Bozkurt Aras, Zawacki-Richter Olaf. Trends and Patterns in Distance Education (2014–2019): A Synthesis of Scholarly Publications and a Visualization of the Intellectual Landscape //

- International review of research in open and distributed learning. Vol. 22. No. 2. Pp. 19-45. 2021 <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/5381/5505>
- Chaka Chaka, Nkhobo Tlatso, Lephala Mirriam. Leveraging MoyaMA, WhatsApp and Online Discussion Forum to Support Students at an Open and Distance e-Learning University // Electronic journal of e-learning. 2020. Vol. 18 No. 6. DOI: <https://doi.org/10.34190/JEL.18.6.003>
- Dodge B. Five rules for writing a great WebQuest. Learning & Leading with Technology. 2001. Vol. 28(8). pp. 6-9.
- Dodge B. Some thoughts about WebQuests // The Distance Educator. 1995. Vol. 1(3). pp. 12-15.
- Dvoryatkina S., Smirnov E. Improvement of methods of automated estimation of the formation of basic competencies on mathematics based on fuzzy logic. Proceedings of the 5rd International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL Sciences & Arts (SGEM-18). 2018. Vol. 5. Pp. 425-433.
- Dvoryatkina Svetlana N., Karapetyan Vladimir S., Dallakyan Alla M., Rozanova Svetlana A., Smirnov Eugeny I. Synergetic effects manifestation by founding complexes deployment of mathematical tasks on the chessboard // Problems of Education in the 21st Century. 2019. Vol. 77. No. 1. pp. 8-21. <https://doi.org/10.33225/pec/19.77.08>
- Dvoryatkina S.N., Gerasimova E., Korotkikh V.I., Masina O.N., Puchkov N.P., Usachev A. Shcherbatykh S.V. Pedagogical Synergy Based on the Fractal Approach: Content Selection, Training, Control (A Case Study of Mathematical Education) // EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2017. Vol. 11(13). Pp. 7591-7598.
- Hassan M., Habiba U., Majeed F., Shoaib M. Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles // Interactive Learning Environments. 2021. pp. 545-565. DOI: 10.1080/10494820.2019.1588745
- Jian Su. Waugh Michael L. Online Student Persistence or Attrition: Observations Related to Expectations, Preferences, and Outcomes // Journal of interactive online learning. 2019. Vol. 16. Issue 1. <https://www.ncolr.org/issues/jiol/v16/n1/4/>
- Kanwal S. Exploring Affordances of an Online Environment: A Case-Study of Electronics Engineering Undergraduate Students' Activity in Mathematics // Int. J. Res. Undergrad. Math. 2020. Ed. 6, 42–64. <https://doi.org/10.1007/s40753-019-00100-w>
- Li Kam Cheong, Wong Billy Tak-Ming. (2021) Features and trends of personalised learning: a review of journal publications from 2001 to 2018. Interactive Learning Environments. 2021. Pp. 182-195. DOI: 10.1080/10494820.2020.1811735
- March T. The 3R's of WebQuests. Multimedia Schools. 2000. Vol. 7(6). pp. 62-63.
- March T. The learning power of WebQuests // Educational Leadership. 2004. Vol. 61(4). pp. 42-47.
- Mu S., Cui M., Wang X.J., Qiao J.X., Tang, D.M. Learners' attention preferences of information in online learning: An empirical study based on eye-tracking // Interactive Technology and Smart Education. 2019. Vol. 16. No. 3. Pp. 186-203. <https://doi.org/10.1108/ITSE-10-2018-0090>
- Petropoulou G., Jaworski B., Potari D. Undergraduate Mathematics Teaching in First Year Lectures: Can it be Responsive to Student Learning Needs? // Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed. 2020. 6. 347–374. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00111-y>
- Sanina E.I., Artyukhina M.S., Dendeberya N.G., Nasikan I.V. Non-Formal Education: Strategic Resource of Improving Quality of Teaching Mathematics at School and University // The Social Sciences. 2016. Vol. 11. Issue: 25. Pp. 6112-6115. DOI: 10.3923/sscience.2016.6112.6115.
- Sanina E.I., Artyukhina M.S., Dendeberya N.G., Nasikan I.V., Savadova A.A. The use of internet technologies in teaching bachelors-economists mathematics as a factor of students' professional growth // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). 2019. Vol. 8. Issue 2. pp. 3877-3880. DOI: 10.35940/ijrte.B3078.078219

- Sanina E., Mitrohina S., Artyukhina M., Sungurova N., Kurauylbayev S. Physiological efficiency of interaction between students and e-learning environment // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2020. Pp. 2372-2379
- Sanina E., Artyukhina M., Frolov I., Zhiganova O. The theory and technique of interactive training in mathematics at the higher school. INTED2018 12th International Technology, Education and Development Conference (5-7 March, 2018 Valencia, Spain). Published by IATED Academy. 2018. pp. 7946-7950.
- Smirnov E., Dvoryatkina S., Lopukhin A. Computer modeling as a synergy manifestation in mathematics education of law students. Proceedings of the 5rd International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL Sciences & Arts (SGEM-18). 2018. Vol. 5. pp. 85-92.
- Smirnov E.I., Dvoryatkina S.N., Melnikov R.A. Technology of synergy manifestation in the research of solution's stability of differential equations system // European Journal of Contemporary Education. 2017. 6(4). Pp. 684-699.
- Smirnov E., Dvoryatkina S., Lopukhin A. New opportunities of computer assessment of knowledge based on fractal modeling . Proceedings of the 3rd international conference on higher education advances, HEAd/17. Valensia, Universitat Politecnica de Valencia. 2017. Pp. 854-864. doi.org/10.4995/head17.2017.5445
- Shcherbatykh S., Shcherbatykh L., Dvoryatkina S., Synergy of mathematics, informatics and innovative didactics (on the example of retraining of teachers of mathematics). Proceedings of the 12th International Conference of on Education and New Learning Technologies (ICERI-2018). 12th-14th November. 2018. Seville Spain. Pp. 2503-2509. doi: 10.21125 / iceri.2018.1549
- Wongwuttiwat J., Buraphadeja V., Tantontrakul T. A case study of blended e-learning in Thailand // Interactive Technology and Smart Education. 2020. Vol. 17. No. 2. Pp. 197-214. <https://doi.org/10.1108/ITSE-10-2019-0068>

ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK IN TEACHING MATHEMATICS TO UNIVERSITY STUDENTS IN THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Sanina E. I. Dr. Sci. (Pedagogy), professor esanmet@yandex.ru Moscow	Russian Customs Academy
Artyukhina M. S. Ph.D (Pedagogy), associate professor marimari07@mail.ru Arzamas	National Research Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
Artyukhin O. I. Ph.D (Pedagogy), associate professor oma_net@mail.ru Arzamas	National Research Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
Savadova A. A. savadova2009@yandex.ru Armavir	Armavir State Pedagogical University

Abstract. For the effective organization of teaching mathematics and the formation of independent activity of students, as well as an effective means of professional development are Internet technologies. In conditions of reduced time for adaptation to a new professional activity, the key requirements for university graduates are not only

professional skills, but personal characteristics such as activity, mobility, creativity, competitiveness and stress resistance. In this regard, the training of future specialists is changing, the tasks and goals of training are changing. To a large extent, this concerns the mathematical training of students of economic fields of study. Educational web quests allow you to combine educational mathematical content and economic tasks to strengthen the professional orientation of mathematical training of students in economic profiles. At the same time, educational web quests in mathematics are aimed at self-development and self-organization of economics students. Linear algebra is the most important tool of economic analysis. Knowing mathematical formulas, being able to carry out computational calculations with matrices, having the skills to select the necessary formulas and properties of matrix calculation, you can express a number of economic laws, as well as find the necessary economic indicators. The article presents a web quest on the course of linear algebra for students in economic areas of training on the topic "Matrix algebra in economics". Using educational Internet resources, economic indicators and links to mathematical educational literature, students need to complete the tasks of a mathematical educational quest and display the results in a prepared cloud. The considered web quest allows you to give additional incentives and meanings to the performance of educational tasks, and to clothe educational knowledge in such forms of activity that would be attractive to students, consonant with their inner aspirations

Keywords: independent work, Internet technologies, personal and professional growth of students.

References

- Artyukhina, M. S., Artyukhin, O. I., Sanina, E. I. (2019). Web technologies in professional formation of the studying economic directions of preparation. *Sovremennye Web-tehnologii v cifrovom obrazovanii: znachenie, vozmozhnosti, realizacija: sbornik statej uchastnikov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Arzamas. (In Russ., abstract in Eng.).
- Artyukhina, M., Erokhina, T., Voronko, T., Savadova, A., Cherkassky, P. (2019). Organization of e-learning mathematics at the university. *EDULEARN19 11th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 5019-5023). Published by IATED Academy.
- Artyukhina, M., Bataeva, Ya., Voronko, T., Mitrokhina, S., Udovenko, L. (2021). Self-Educational Activity Formation Of University Students In Teaching Mathematics In Digital. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 85-90.
- Artyukhina, M., Artyukhin, O., Napalkov, S., Abramova, O. (2021). Educational web quests in mathematics as an element of the digital educational environment. *EDULEARN21 13th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 8570-8573) Published by IATED Academy.
- Artyukhina, M., Chekaleva, E., Mitrokhina, S., Krivopustova, N., Abramova, O., Nesterova, L. (2021). Formation of self-organization as condition of personal development of trainee in digital educational environment. *ICERI2021 14th International Conference on Education, Research and Innovation* (pp. 2392-2396). Published by IATED Academy.
- Bozkurt, Aras, Zawacki-Richter, Olaf. Trends and Patterns in Distance Education (2014–2019): A Synthesis of Scholarly Publications and a Visualization of the Intellectual Landscape. (2021) *International review of research in open and distributed learning*, Vol. 22, No. 2, 19-45.
- Chaka, Chaka, Nkhobo, Tlatso, Lephalala, Mirriam. (2020). Leveraging MoyaMA, WhatsApp and Online Discussion Forum to Support Students at an Open and Distance e-Learning University. *Electronic journal of e-learning*, Vol. 18 No. 6.
- Dodge, B. (2001). Five rules for writing a great WebQuest. *Learning & Leading with Technology*, Vol. 28(8), 6-9.

- Dodge, B. (1995). Some thoughts about WebQuests. *The Distance Educator*, Vol. 1(3), 12-15.
- Dvoryatkina, S., Smirnov, E. (2018). Improvement of methods of automated estimation of the formation of basic competencies on mathematics based on fuzzy logic. *Proceedings of the 5rd International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL Sciences & Arts (SGEM-18)*. Vol. 5. 425-433.
- Dvoryatkina, S. N., Karapetyan, V. S., Dallakyan, A. M., Rozanova, S. A., Smirnov, E. I. (2019). Synergetic effects manifestation by founding complexes deployment of mathematical tasks on the chessboard. *Problems of Education in the 21st Century*. Vol. 77, No 1, 8-21.
- Dvoryatkina, S. N., Gerasimova, E. N., Korotkikh, V. I., Masina, O. N., Puchkov, N. P., Usachev, A. Shcherbatykh, S. V. (2017). Pedagogical Synergy Based on the Fractal Approach: Content Selection, Training, Control (A Case Study of Mathematical Education). *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. Vol. 11(13). 7591-7598
- Dvorjatkina, S. N., Djakina, A. A., Rozanova, S. A. (2017). Synergy of humanitarian and mathematical knowledge as a pedagogical condition for solving interdisciplinary problems. *Integracija obrazovanja*, 1(86). (In Russ., abstract in Eng.).
- Dvorjatkina, S. N., Mkrtchjan, M. A., Rozanova, S. A. (2018). Spiritual and moral effect as the result of integration of mathematical with humanitarian knowledge at universities. *Integracija obrazovanja*, 22(2). (In Russ., abstract in Eng.).
- Hassan, M., Habiba, U., Majeed, F., Shoaib, M. (2021). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, 545-565.
- Jian, Su. Waugh Michael, L. (2019). Online Student Persistence or Attrition: Observations Related to Expectations, Preferences, and Outcomes. *Journal of interactive online learning*, Vol. 16, Issue 1.
- Kanwal, S. (2020). Exploring Affordances of an Online Environment: A Case-Study of Electronics Engineering Undergraduate Students' Activity in Mathematics. *Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed.* 6, 42-64.
- Li, Kam Cheong, Wong, Billy Tak-Ming. (2021). Features and trends of personalised learning: a review of journal publications from 2001 to 2018. *Interactive Learning Environments*, 182-195.
- March, T. (2000). The 3R's of WebQuests. *Multimedia Schools*, Vol. 7(6), 62-63.
- March, T. (2004). The learning power of WebQuests. *Educational Leadership*, 61(4), pp. 42-47.
- Mu, S., Cui, M., Wang, X.J., Qiao, J.X., Tang, D.M. (2019). Learners' attention preferences of information in online learning: An empirical study based on eye-tracking. *Interactive Technology and Smart Education*, Vol. 16, No 3, 186-203.
- Petropoulou, G., Jaworski, B., Potari, D. (2020). Undergraduate Mathematics Teaching in First Year Lectures: Can it be Responsive to Student Learning Needs? *Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed.* 6, 347-374.
- Sanina, E. I., Pomelova, M. S., Njam Ngok Tan. (2012). Optimizacija samoobrazovanja sredstvami komunikativnyh i informacionnyh tehnologij. (In Russ.).
- Sanina, E. I., Voron'ko, T. A., Savadova, A. A. (2020). Formation of students' readiness for self-educational activity in the process of teaching mathematics at a university. *Mir nauki, kul'tury i obrazovanja*, 1(80). (In Russ., abstract in Eng.).
- Sanina, E. I., Artyukhina, M. S., Dendeberya, N. G., Nasikan, I. V. (2016). Non-Formal Education: Strategic Resource of Improving Quality of Teaching Mathematics at School and University. *The Social Sciences*, 11(25), 6112-6115.
- Sanina, E. I., Artyukhina, M. S., Dendeberya, N. G., Nasikan, I. V., Savadova, A. A. (2019). The use of internet technologies in teaching bachelors-economists mathematics as a factor of students' professional growth. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, Vol. 8, Issue 2, 3877-3880.
- Sanina, E., Mitrohina, S., Artyukhina, M., Sungurova, N., Kuraulybayev, S. (2020). Physiological efficiency of interaction between students and e-learning environment. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 2372-2379.

- Sanina, E., Artyukhina, M., Frolov, I., Zhiganova, O. (2018). The theory and technique of interactive training in mathematics at the higher school. *INTED2018 12th International Technology, Education and Development Conference* Published by IATED Academy, 7946 – 7950.
- Smirnov, E., Dvoryatkina, S., Lopukhin, A. (2018). Computer modeling as a synergy manifestation in mathematics education of law students. *Proceedings of the 5rd International Multidisciplinary Scientific Conference on SOCIAL Sciences & Arts (SGEM-18)*, 5, 85-92.
- Smirnov, E. I. Dvoryatkina, S. N., Melnikov, R. A. (2017). Technology of synergy manifestation in the research of solution's stability of differential equations system. *European Journal of Contemporary Education*, 6(4), 684-699.
- Smirnov, E., Dvoryatkina, S., Lopukhin, A. (2017). New opportunities of computer assessment of knowledge based on fractal modeling. *Proceedings of the 3rd international conference on higher education advances, HEAd/17*. Valensia, Universitat Politecnica de Valencia, 854–864.
- Shcherbatykh, S. V, Shcherbatykh, L. N., Dvoryatkina, S. N. (2018) Synergy of mathematics, informatics and innovative didactics (on the example of retraining of teachers of mathematics). *Proceedings of the 12th International Conference of on Education and New Learning Technologies (ICERI- 2018)*, Seville, Spain, 2503-2509.
- Wongwuttiwat, J., Buraphadeja, V., Tantontrakul, T. (2020). A case study of blended e-learning in Thailand. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(2), 197-214.

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-48-56

УДК
37.011

**МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАТИВНОЙ
КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩИХ МАТЕМАТИКОВ, СИСТЕМНЫХ
ПРОГРАММИСТОВ**

Таров Дмитрий Анатольевич к.п.н., доцент tarov_rabota@rambler г. Елец	Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
Гнездилова Наталия Александровна к.п.н., доцент nataelez@mail.ru г. Елец	Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
Александрова Людмила Николаевна к.п.н., доцент alexandrovaludmila@rambler.ru г. Елец	Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

Аннотация. Статья посвящена разработке модели развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов, обучающихся по направлениям подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) и 01.04.02 Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры). Телекоммуникативную компетенцию авторы трактуют как систему, образованную совокупностью коммуникативных и информационно-коммуникационных технологий, оказывающую влияние не только на образовательную и, впоследствии, профессиональную деятельность обучающихся, но и на их жизнь в социуме и являющуюся некоторой интеграцией универсальных и общепрофессиональных компетенций, формируемых в процессе реализации соответствующих учебных планов. Предлагаемая модель состоит из методологического, содержательного, операционного и контрольного уровней и позволяет на основе критериев сформированности телекоммуникативной культуры обучающихся перейти к формулированию индикаторов достижения телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов. Эмпирически авторы приходят к выводу о том, что со временем наблюдается некоторое расширение этого понятия с педагогического процесса и будущей профессиональной деятельности на всю социальную жизнь обучающихся и, впоследствии, специалистов в своих областях деятельности. С точки зрения авторов, предлагаемая модель развития телекоммуникативной компетенции позволяет видеть ее компоненты и их взаимные связи, что позволяет устанавливать связи с другими компетенциями, реализуемые учебными планами в явном виде, что, в свою очередь, позволяет, опираясь на выявленные связи, детализировать предлагаемую модель, уточнив методы и средства развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов. Уточнение критериев развития телекоммуникативной компетенции позволит также уточнить индикаторы ее достижения, что может в дальнейшем способствовать ее включению в последующие федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования.

Ключевые слова: IT-деятельность, образовательная деятельность, телекоммуникативная компетенция, развитие компетенции.

Введение

Образовательные компетенции, формируемые в процессе реализации учебных программ университета, будем трактовать как совокупность требований к образовательному процессу, изложенных в виде системы, объединяющей знания, умения и навыки обучающихся, их жизненный опыт по отношению к образовательной деятельности, необходимые для реализации этой деятельности. «С точки зрения обучающихся, компетенции выступают ориентиром, позволяющим формировать некоторый образ будущего, способствуют выстраиванию совокупности действий по его достижению» (Хуторской, 2016, Шумакова, 2022, Яковлева, 2014).

Стоит отметить протяженность во времени, иногда достаточно значительную, процесса формирования той или иной компетенции в силу ее зависимости не столько от возрастных особенностей обучающихся, сколько от количества вовлеченных в процесс ее формирования учебных дисциплин и их распределения внутри учебного плана. Например, формирование универсальных компетенций (УК), как правило, рассчитано на весь срок обучения; общепрофессиональных (ОПК) – на срок меньший, но тоже достаточно продолжительный, т.к. в процессе их формирования задействован ряд учебных дисциплин, также распределенных на весь срок обучения в структуре учебного плана.

Исходя из принципа непрерывности обучения, можно предположить и непрерывность процесса формирования компетенций, в частности, универсальных. Однако, с нашей точки зрения, этот процесс следует отделять от непрерывного получения новых знаний и умений, т.к. сформированность компетенции говорит о том, что обучающийся готов к тем или иным действиям в рамках своей будущей профессиональной деятельности.

Цель исследования

В настоящее время трендом является не только цифровизация образования и профессиональной деятельности, этот процесс захватывает и многие элементы социальной жизни современного человека. Подготовку к широкому использованию социальных сетей, мессенджеров и прочих элементов современных информационно-коммуникационных технологий в образовательной и, впоследствии, профессиональной деятельности, в социальной жизни обучающихся можно и должно осуществлять, опираясь на развитие их телекоммуникативной компетенции, которая в настоящее время не отражена во ФГОС ВО в явном виде, однако, прослеживается как интеграция некоторых УК и ОПК, входящих в учебные планы по направлениям подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) и 01.04.02 Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры) (<https://elsu.ru/sveden/education/docs#bak>). Разработка и последующее осмысление модели развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов может послужить основой для введения соответствующей компетенции во ФГОС ВО по вышеуказанным направлениям обучения.

Материалы и методы исследования

Как показывает практика, для успешной образовательной деятельности обучающихся недостаточно создать некоторую информационную среду, включающую как методическое, так и техническое и технологическое наполнение. Важным критерием выступает наличие достаточных условий для обеспечения коммуникативной деятельности обучающихся между собой, сверстниками, членами педагогического коллектива, позволяющих обсуждать не только актуальные вопросы образовательной деятельности, но и реализовывать потребности в личностном общении, достигать личные цели. Это, в свою очередь, требует исследования коммуникативных и телекоммуникативных умений обучающихся, что ставит задачу построения модели развития телекоммуникативной компетенции, которую мы трактуем как «... системное качество личности, ... включающее следующее: способности к самообучению и профессиональному развитию в области телекоммуникационных технологий, понимать и

усваивать информацию, устанавливать контакт и взаимодействовать с реальными и виртуальными носителями информации, генерировать новую информацию, прогнозировать наиболее эффективные решения в сфере профессиональной деятельности; знания современных телекоммуникационных технологий, правил, норм, форм и традиций обмена информацией с её носителями, работы в телекоммуникационных сетях; умения получения, передачи, кодирования, сохранения, анализа информации, трансформации полученной информации в профессионально-ориентированные знания» (Таров, 2022, 21-28).

Модель развития телекоммуникативных компетенций будущих математиков, системных программистов (рис. 1) должна представлять систему, адекватно воспроизводящую объект исследования и предоставляющая прогностические возможности, позволяющие проводить с объектом исследования мысленные эксперименты. Т.е. «модель должна содержать в себе некоторые потенциальные сведения об объекте моделирования, которые можно использовать для решения задач того или иного исследования, и ее структура должна включать в себя обоснование проблемы, постановку цели и формулировку задач, обеспечивать достаточную валидность и точность результатов и опираться на установленные закономерности исследуемого объекта или процесса» (Волкова, 2022).

Результаты исследования и их обсуждение

Опираясь на системный подход (Vasiliev, 2022), выделим в модели развития телекоммуникативных компетенций будущих математиков, системных программистов четыре уровня: методологический, содержательный, операционный и контрольный (рис. 1).

Методологический уровень. Первый блок модели наполняет ее методологическими функциями и отражает наши представления, как о сущности и закономерностях образовательного процесса университета, так и о закономерностях и принципах развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов.

Анализ педагогического процесса, в который вовлечены обучающиеся, позволяет установить методологические основы, содержание и структуру системы развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов при реализации образовательного процесса по направлениям подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) и 01.04.02 Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры), определяющих суть педагогической проблемы развития телекоммуникативных компетенций будущих математиков, системных программистов.

Педагогическая задача, в этой связи, заключается в воздействии на личностные качества будущих математиков, системных программистов в процессе развития их телекоммуникативной компетенции в соответствии с приоритетами личностного развития обучающихся, с одной стороны, и с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – с другой. При этом формулировка педагогической задачи должна учитывать, что субъективно новое знание, синтезированное обучающимися в процессе реализации университетом соответствующих направлений подготовки, являются деятельностным компонентом профессиональных знаний обучающегося, определять вектор развития и степень изменения личностных качеств обучающихся в процессе получения ими профессионального образования (Буравлева, 2019, Первун, 2018).

Основой при формулировке требований к подготовке обучающихся по тому или иному направлению подготовки служат положения, изложенные во ФГОС ВО, относящихся к тем или иным направлениям обучения и опирающиеся на потребности социума и соотносящиеся с целями личностного развития обучающихся. Эти положения определяют требования к содержанию и уровню телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов.

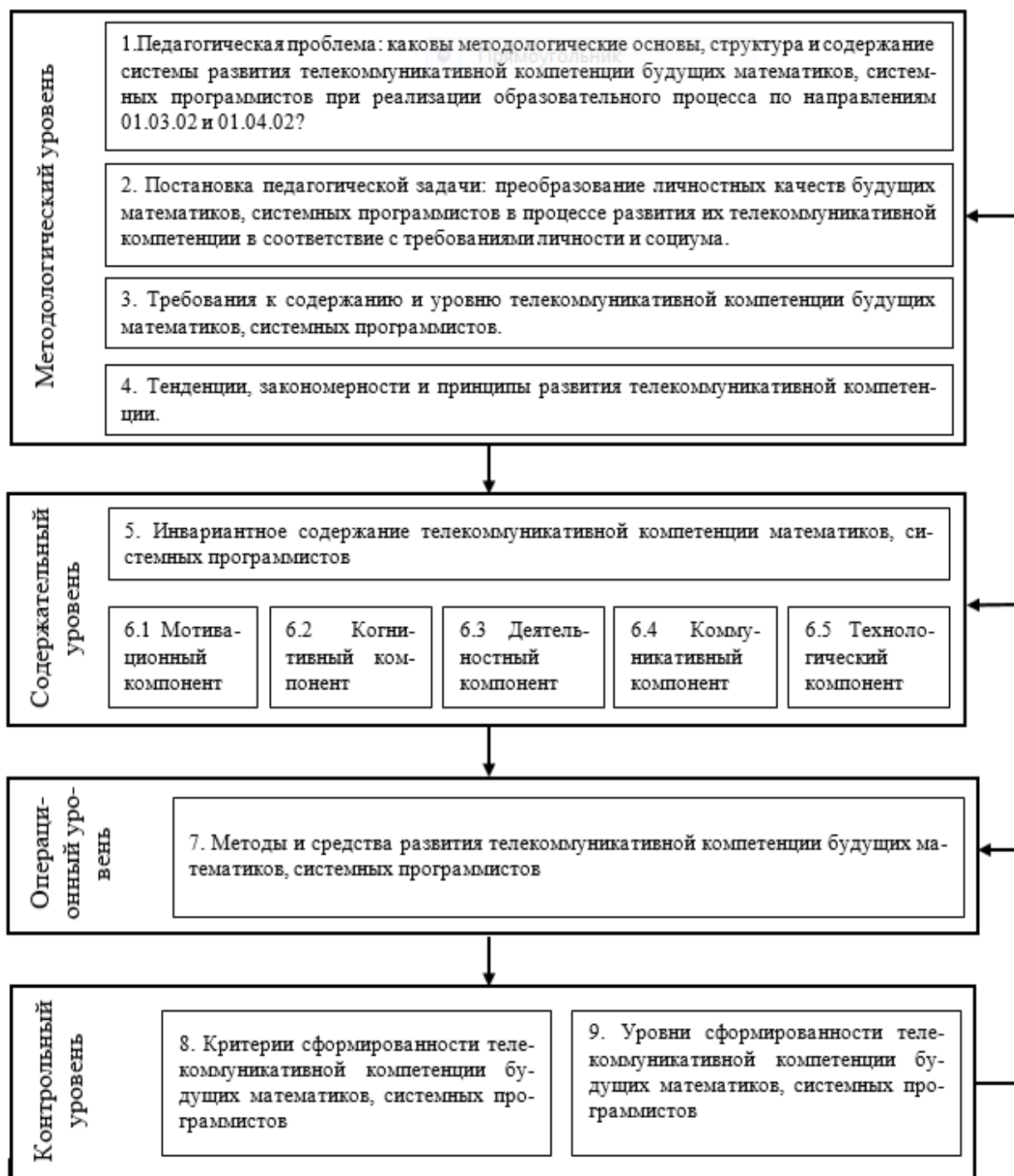


Рис. 1. Модель развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов

Фундаментом методологического уровня служат тенденции, закономерности и принципы развития телекоммуникативной компетенции. Собственно, закономерности развития телекоммуникативной компетенции не содержат указаний на организацию и содержание образовательной деятельности, но определяют педагогические принципы формирования телекоммуникативной компетенции, изложенные нами ранее (Таров, 2022).

При построении модели развития телекоммуникативных компетенций будущих математиков, системных программистов мы единый технологический процесс разделили на содержательный, операционный и контрольный уровни для более детального описания модели и выделения этапов развития телекоммуникативной компетенции.

ТЕОРИИ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Педагогические технологии будем трактовать согласно определению, данному В.А. Сластениным как «...строгое научное проектирование и точное воспроизведение гарантирующих успех педагогических действий» (Сластенин, 2002, 495).

Содержательный уровень. Второй блок модели опирается на наши представления о содержании обучения, его влиянии на развитие телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов при реализации соответствующих учебных планов и которое является инвариантным.

Под «инвариантностью» обычно подразумевают каноническое, не зависящее от условий образовательной деятельности, не меняющееся в течение длительного времени содержание образования. Т.е. инвариантное содержание образовательного процесса – это та основа, без которой невозможно профессиональное становление специалиста в той или иной сфере и находит свое отражение в обязательной части учебных планов, в частности на дисциплинах, входящих в предметно-содержательный модуль.

Трансляция содержания образования обучающимся опирается на мотивационный, когнитивный, деятельностный, коммуникативный и технологический компоненты образовательной деятельности.

Операционный уровень. Для планирования и последующего успешного развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов, обучающихся по направлениям подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) и 01.04.02 Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры) необходимо определиться с его методологическим обеспечением, т.е. методами и средствами реализации образовательного процесса, позволяющими задействовать наиболее подходящие педагогические технологии. Разработку методологического обеспечения процесса развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов, разработку конкретных рекомендаций видим темой своих последующих исследований.

Контрольный уровень. Контрольный уровень содержит критерии сформированности телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов и индикаторы ее достижения. Ранее нами были предложены критерии развития телекоммуникативной культуры обучающихся университета, к которым мы относили «...разнообразие и эффективность применяемых коммуникативных приемов; степень аутентичности творческих элементов в продуктах деятельности; относительную новизну элементов продуктов деятельности для самого студента и его окружения; степень самовыражения в продуктах деятельности; степень разнообразия применяемых телекоммуникаций для создания продуктов деятельности; качество визуального, вербального (или иного) воплощения продуктов деятельности для окружающих; адекватность применения компьютерных сетей и технологий для достижения целей» (Тарова, 2018, 98-104).

Исходя из изложенных выше критериев развития телекоммуникативной культуры обучающихся, в качестве индикаторов достижения телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов предложим оценку разнообразия используемых обучающимися приемов коммуникации и степени эффективности их применения, а также степень разнообразия и эффективности использования современных информационно-коммуникационных технологий в условиях как информационной среды университета, так и в условиях информационной среды организаций, в которых им предстоит в дальнейшем работать.

Индикаторы достижения телекоммуникативной компетенции формулируются аналогично индикаторам достижения универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПКС) компетенций, указанных в соответствующих учебных планах, отражают то, что обучающиеся должны знать и уметь и чем владеть и могут выглядеть следующим образом (таблица 1):

Таблица 1.

Индикаторы достижения телекоммуникативной компетенции

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Телекоммуникативная компетенция	Знать: – теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации; – коммуникативные технологии; – коммуникации в профессиональной этике; – компьютерные технологии и информационную инфраструктуру организации.
	Уметь: – планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; – использовать особенности прохождения информации по управленческим коммуникациям; – использовать компьютерные технологии и информационную среды организации для получения, обработки и представления результатов исследования.
	Владеть: – навыками планирования собственной профессиональной деятельности; – интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в командной работе; – навыками использования компьютерных технологий и информационной среды организации.

Выводы

Определение понятия «телекоммуникативная компетенция», модель развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов, индикаторы ее достижения указывают на сопряжение в этом понятии двух отдельных групп понятий. Во-первых, коммуникативных технологий и коммуникации с точки зрения организации общения, в том числе при организации и реализации образовательного процесса. Во-вторых, эффективного использования в процессе их реализации современных информационно-коммуникационных технологий в качестве инструментария. Эмпирически можем прийти к выводу, что со временем наблюдается некоторое расширение этого понятия с точки зрения педагогического процесса и будущей профессиональной деятельности на всю социальную жизнь обучающихся и, впоследствии, специалистов в своих областях деятельности.

Предлагаемая модель развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов позволяет видеть и понимать ее компоненты и их взаимные связи, что позволяет устанавливать связи с другими компетенциями, реализуемыми учебными планами в явном виде. С нашей точки зрения, это дает возможность, опираясь на выявленные связи, детализировать предлагаемую модель, уточнив методы и средства развития телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов. Кроме того, уточнение критериев развития телекоммуникативной компетенции позволит также детализировать индикаторы ее достижения, что может в дальнейшем способствовать ее включению в разрабатываемые федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования.

Список литературы

- Буравлева Н.А. Ценностные основания в подготовке студентов к профессиональной деятельности // Научно-педагогическое обозрение. 2019. № 6 (28). С. 234-239.
- Волкова В.Н., Логинова А.В., Широкова С.В. и др. Развитие теории информационных систем // Качество. Инновации. Образование. 2022. № 2(178). С. 93-100. DOI 10.31145/1999-513x-2022-2-93-100.
- Первун О.Е. Особенности формирования математической культуры будущих инженеров-программистов // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2018. № 2(60). С. 274-278.
- Приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 № 9 (редакция 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика». URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010302_V_3_15062021.pdf
- Приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 № 13 (редакция 08.02.2021) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика». URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010302_V_3_15062021.pdf
- Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика. М.: Издательский центр «Академия», 2002.
- Таров Д.А., Тарова И.Н., Черноусова Н.В. Педагогические принципы формирования телекоммуникативной компетенции будущих математиков, системных программистов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 11. С. 209-214.
- Таров Д.А., Тарова И.Н. Критерии развития телекоммуникативной культуры студента университета // Психология образования в поликультурном пространстве. 2018. № 2(42). С. 98-104.
- Хуторской А.В., Скрипкина Ю.В., Свитова Т.В. Компетентностная парадигма и цели образования // Эйдос. 2016. № 3. С. 3-19.
- Vasiliev Y.S., Volkova V.N., Kozlov V.N. Origins and Prospects of Systems Theory // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 442. P. 3-15. DOI 10.1007/978-3-030-98832-6_1.

**MODEL OF DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATIONAL
COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS, SYSTEM
PROGRAMMERS**

Tarov D. A. Ph.D (Pedagogy), associate professor tarov_rabota@rambler Yelets	Bunin Yelets State University
Gnezdilova N. A. Ph.D (Pedagogy), associate professor nataelez@mail.ru Yelets	Bunin Yelets State University
Alexandrova L. N. Ph.D (Pedagogy), associate professor alexandrovaludmila@rambler.ru Yelets	Bunin Yelets State University

Abstract. The article is devoted to the development of a model for the development of telecommunicative competence of future mathematicians, system programmers

studying in the areas of study 01.03.02 Applied Mathematics and Informatics (Bachelor's level) and 01.04.02 Applied Mathematics and Informatics (Master's level).

The authors interpret telecommunicative competence as a system formed by a combination of communicative and information and communication technologies, which affects not only the educational and, subsequently, professional activities of students, but also their life in society and is some integration of universal and general professional competencies formed in the process of implementing the relevant curricula. The proposed model consists of methodological, content, operational and control levels and allows, based on the criteria for the formation of the telecommunicative culture of students, to proceed to the formulation of indicators for achieving the telecommunicative competence of future mathematicians, system programmers. Empirically, the authors come to the conclusion that over time there is some expansion of this concept from the pedagogical process and future professional activity to the entire social life of students and, subsequently, specialists in their fields of activity. From the point of view of the authors, the model of development of telecommunicative competence they propose allows us to see and understand its components and their mutual connections, which allows us to establish links with other competencies implemented by curricula in an explicit form, which, in turn, allows, based on the identified links, detail the proposed model, specifying the methods and means of developing the telecommunicative competence of future mathematicians, system programmers. Clarification of the criteria for the development of telecommunicative competence will also make it possible to clarify the indicators of its achievement, which may further contribute to its inclusion in subsequent federal state educational standards of higher education.

Keywords: IT-activity, educational activity, telecommunicative competence, development of competence.

References

- Buravleva, N. A. (2019). Value bases in preparing students for professional activity. *Pedagogical Review*, 6(28), 234-239. (In Russ., abstract in Eng.).
- Khutorskoy, A. V., Skripkina, Yu. V., Svitova, T. V. (2016). Kompetentnostnaya paradigma i tseli obrazovaniya. *Eydos*, 3, 3-19. (In Russ.).
- Pervun, O. Y. (2018). Peculiarities of formation of mathematical culture of future engineers-programmers. *Scientific Notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University*, 2(60), 275-278. (In Russ., abstract in Eng.).
- Prikaz Minobrnauki Rossii ot 10.01.2018 № 13 (redaktsiya 08.02.2021) «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – magistratura po napravleniyu podgotovki 01.04.02 Prikladnaya matematika i informatika». (In Russ). URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010302_B_3_15062021.pdf
- Prikaz Minobrnauki Rossii ot 10.01.2018 № 9 (redaktsiya 08.02.2021) «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 01.03.02 Prikladnaya matematika i informatika». (In Russ). URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010302_B_3_15062021.pdf
- Slastenin, V. A., Isaev, I. F., Shiyarov, E. N. (2002). *Pedagogika*. Moscow: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya». (In Russ.).
- Tarov, D. A., Tarova, I. N. (2018). Criteria for the development of telecommunication culture of a university student. *Educational Psychology in Polycultural Space*, 2(42), 98-104. (In Russ., abstract in Eng.).

- Tarov, D. A., Tarova, I. N., Chernousova, N. V. (2022). Pedagogical principles of forming telecommunicational competence of future mathematics, system programmers. *Modern high technologies*, 11, 209-214. (In Russ., abstract in Eng.).
- Vasiliev, Y. S., Volkova, V. N., Kozlov, V. N. (2022). Origins and Prospects of Systems Theory. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 442, 3-15. DOI 10.1007/978-3-030-98832-6.
- Volkova, V. N., Loginova, A. V., Shirokova S. V., Leonova A. E., Chernyy Yu. Yu. (2022). Further development the theory of information systems. *Quality. Innovation. Education*, 2 (178), 93-100. DOI 10.31145/1999-513x-2022-2-93-100. (In Russ., abstract in Eng.).

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-57-69

УДК
37.022

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОДУЛЕЙ ГИБРИДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Дружинина Ольга Валентиновна
д.ф.-м.н., профессор
ovdruzh@mail.ru
г. Москва

Масина Ольга Николаевна
д.ф.-м.н., доцент
olga121@inbox.ru
г. Елец

Петров Алексей Алексеевич
к.т.н., доцент
xeal91@yandex.ru
г. Елец

Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской
академии наук,
Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина
Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Елецкий государственный университет
им. И.А. Бунина

Аннотация. Рассматриваются актуальные вопросы построения математических моделей и применения интеллектуальных технологий для разработки инструментально-методического обеспечения педагогического процесса в условиях цифровизации образования. Рассмотрена задача оценки показателей проектно-исследовательской деятельности школьников при освоении математических дисциплин. Для решения указанной задачи использованы методы математического моделирования, анализа дидактических систем, искусственного интеллекта и теории динамических систем. Предложена обобщенная структура гибридной интеллектуальной обучающей среды (ГИОС) с учетом схемы взаимодействия ГИОС с моделью обучения. В замкнутой системе управления «ГИОС – модель обучения» используется гибридная нейронная сеть, функционирование которой осуществляется на основе разработанного алгоритма машинного обучения с подкреплением. Предложена структура такого каскадного регулятора на основе нечеткой логики, который может быть использован для формирования метаданных об образовательных траекториях обучающихся. Описан метод формирования нечеткой базы правил на основе алгоритмов символьной регрессии. Дана характеристика алгоритмического и программного обеспечения модулей ГИОС. Предложена структура и рассмотрен функционал веб-интерфейса ГИОС с учетом разделения на несколько уровней доступа. Описанный подход к моделированию позволяет учитывать неопределенности и управляющие воздействия в гибридных обучающих средах, а также дает возможность реализовывать системы интеллектуальной поддержки педагогических процессов. Предложены алгоритмы искусственного интеллекта и параметрической оптимизации, которые предполагают анализ результатов тестирования групп школьников и проведение вычислительных экспериментов,

направленных на оценку процесса получения и усвоения знаний в системе общего образования. Рассмотрены вопросы интеграции и адаптации нейросетевых алгоритмов для решения задач моделирования образовательных процессов в рамках функционирования ГИОС. Применение полученных результатов и перспективы исследования направлены на решение задач интеллектуального управления в педагогике и на совершенствование систем обучения с учетом современных тенденций цифровизации образования.

Ключевые слова: гибридная интеллектуальная обучающая среда, проектно-исследовательская деятельность, инструментально-методические средства поддержки образовательного процесса, нейросетевое моделирование, управляющие воздействия, каскадный регулятор, машинное обучение, нечеткая логика.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14009.

Введение

Исследования по цифровой трансформации математического образования относятся к важным направлениям педагогической науки в современном цифровом обществе, при этом значимым фактором развития является внедрение достижений в области искусственного интеллекта. В таких условиях математическое образование ориентировано на достижение индивидуальных целей для каждого обучающегося на цифровой платформе в реальной школе (Семенов, 2021, Константинов, 2021). Указанный подход к обучению способствует как усилению обратной связи и использованию новых форм аттестации, так и созданию персональных планов обучения с учетом отслеживания достижения целей. У обучающихся развиваются возможности преадаптивности и совершенствования проектно-исследовательской деятельности в процессе изучения математики в средней школе.

Использование современных цифровых технологий в образовательном процессе связано с изменением программ обучения, а также с разработкой дополнительного инструментально-методического обеспечения. Указанное инструментально-методическое обеспечение должно создаваться с учетом предметных особенностей изучаемой дисциплины, психологических особенностей и знаний обучающихся. Различные аспекты проектирования индивидуальных образовательных маршрутов с применением гибридной интеллектуальной обучающей среды (ГИОС) в условиях цифровизации образования рассмотрены в (Sampsons, 2002, Loong, 2018, Басалин, 2018) и в других работах.

Существенный интерес представляет разработка интегрированного комплекса базы знаний и инструментальных средств искусственного интеллекта для оценивания знаний и исследовательского потенциала учащихся в рамках ГИОС (Басалин, 2020, Астахова, 2020, Smirnov, 2021, Петров, 2021, Druzhinina, 2021). При этом дальнейшей разработки требуют вопросы, связанные с получением новых алгоритмов интеллектуального анализа результатов педагогического процесса с применением искусственных нейронных сетей, интеллектуального анализа данных и методов численной оптимизации (Карпенко, 2017, Mckinney, 2017).

В (Smirnov, 2020, Dvoryatkina, 2021) рассмотрены методологические основы построения гибридной нейронной сети для организации проектно-исследовательской деятельности школьников. В частности, в (Dvoryatkina, 2021) авторы описывают дидактическую модель развития навыков проектно-исследовательской деятельности школьников в ГИОС. Разработанная технология интеллектуальной поддержки проектно-исследовательской деятельности школьников позволяет выявлять синергетические эффекты в ходе развертывания индивидуальных образовательных маршрутов школьников.

Реализация интеллектуальных алгоритмов требует применения передового математического программного обеспечения. При решении задач кластеризации и классификации используются методы машинного обучения (Aggarwal, 2019, Dulhare, 2020, Druzhinina, 2021). Различные задачи в рамках этого направления рассматривались, в частности, в (Filipovych, 2011) и других работах. Среди актуальных программных средств следует отметить библиотеки для машинного обучения с открытым исходным кодом Scikit-learn, Keras, Tensorflow, Pytorch, Clustering.jl (Geron, 2019). К средствам создания такого программного обеспечения относятся языки Python и Julia с математическими библиотеками Numpy, Scipy, Matplotlib, bboptimize.jl (Mckinney, 2017).

В настоящей статье развивается подход к интеграции интеллектуальных методов в рамках ГИОС на основе нейросетевого и нечеткого моделирования с учетом динамики образовательного процесса. Рассматриваются вопросы разработки и внедрения инструментальных средств, предназначенных для функционирования модулей ГИОС. Описаны принципы функционирования замкнутой системы управления «ГИОС – модель обучения» с использованием гибридной нейросети. Разработана структура каскадного регулятора на основе нечеткой логики. Охарактеризовано алгоритмическое и программное обеспечение модулей ГИОС.

Построение замкнутой системы управления «ГИОС – модель обучения» с использованием гибридной нейросети

Изложим далее основы метода интеллектуальной поддержки педагогического процесса, базирующегося на реализации замкнутой системы корректировки показателей проектно-исследовательской деятельности обучающихся в рамках ГИОС. Для указанной системы примем термин «ГИОС – модель обучения». Указанная система содержит, во-первых, управляющую подсистему на основе гибридной нейросети и, во-вторых, управляемую систему на основе дифференциальной характеристической модели обучения. Будем считать, что дифференциальная характеристическая модель является одноступенчатой с учетом того, что данное предположение не ограничивает общности исследования.

С целью параметрической оптимизации гибридной нейросети предлагается алгоритм машинного обучения с поэтапной корректировкой педагогических показателей. Этот алгоритм учитывает замкнутую обратную связь в цепи «управляющая система» – «управляемая система».

Выделяются следующие кластеры параметров успешности и качества исследовательской деятельности школьников (Dvoryatkina, 2021): 1) личностный кластер, 2) деятельностный кластер, 3) коммуникативный кластер, 4) результативный кластер.

В первом кластере используются такие характеристики параметров исследовательского потенциала, как креативность, логические акты, принципы и стили, значимость и ценностные ориентиры, мотивация достижения результатов, мотивация самореализации. Второму кластеру соответствует характеристика «проектно-исследовательская деятельность». Третий кластер включает в себя характеристику «научная коммуникация и диалог». Четвертый кластер содержит характеристику «результативность творческой активности». Перечисленными кластерами охватывается ряд важных показателей исследовательского потенциала обучающихся (Dvoryatkina, 2021).

В результате обобщения каждый кластер может содержать n_i параметров, характеризующих показатели проектно-исследовательской деятельности школьников, причем имеет место равенство $\sum_{i=1}^4 n_i = n$. В (Dvoryatkina, 2021) рассматривается случай $n = 9$ с учетом следующих размерностей четырех указанных кластеров:

$$n_1 = 6, n_2 = 1, n_3 = 1, n_4 = 1.$$

При описании характеристической дифференциальной модели будем считать, что процесс обучения протекает с внутренними скрытыми взаимосвязями и зависит от внешнего управления. Взаимосвязи в указанной модели определяются на основе формализма искусственных нейронных сетей. Также будем считать, что насыщение характеристик определяется тангенциальным законом. Тогда модель примет вид

$$\dot{x} = E(W_1 x + b_1) - E(W_1 x + b_1) + k\hat{x} - d \tan \frac{\pi x}{2}, \quad (1)$$

где $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор показателей проектно-исследовательского процесса, W_1, W_2 – матрицы параметров модели размерности $n \times n$, E – логистическая функция активации, b_1, b_2 – векторы смещения, k – коэффициент усвоения знаний, $\hat{x}$ – вектор коррекции параметров исследовательского потенциала, d – коэффициент насыщения в системе.

В ГИОС реализуется интеллектуальная система поддержки педагогического процесса на основе иерархического дерева кластеров исследовательских задач (Dvoryatkina, 2021). Количественные показатели формализуются с помощью баз знаний, каждая из которых соответствует своему уровню проектно-исследовательской деятельности. Базы знаний обозначаются через $B_1, B_2, \dots, B_i$. Для реализации интеллектуального компонента коррекции параметров в замкнутой цепи обучения предлагается использовать гибридную нейронную сеть. Структура сети представлена каскадом нейросетевых блоков, обобщенная архитектура которых представлена на рис. 1.

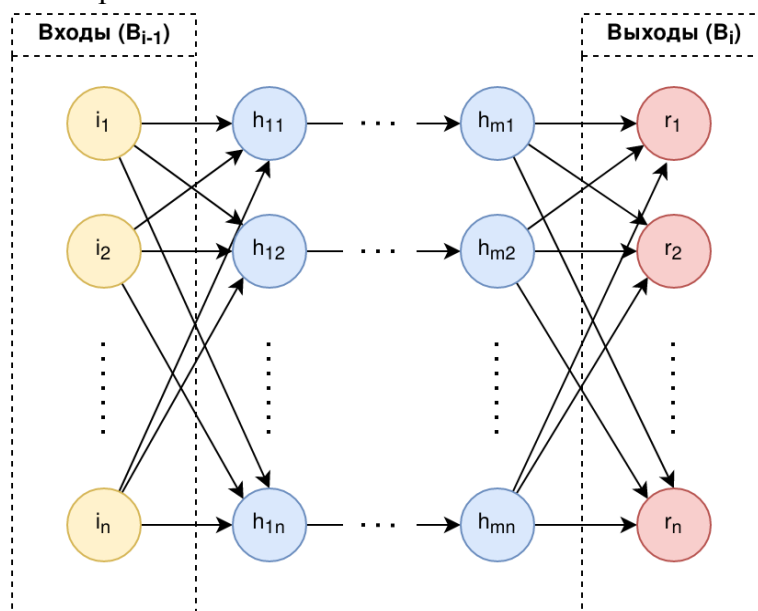


Рис. 1. Нейросетевой блок гибридной нейронной сети ГИОС

Согласно рис. 1, в блоке гибридной сети может содержаться m скрытых слоев (в простейшем случае $m = 0$). Гибридная нейронная сеть состоит из нескольких последовательно соединенных блоков, количество которых зависит от глубины иерархического дерева кластеров исследовательских задач. На вход первого блока подаются такие значения показателей исследовательского потенциала (база знаний B_0), которые оцениваются на основе либо фазового вектора модели (1), либо результатов тестирования в группах школьников. Каждому ребру графа, представленному на рис. 1, соответствует один весовой коэффициент. Таким образом, каждому нейросетевому блоку в общем случае соответствует mn^2 весовых коэффициентов.

Для поиска весовых коэффициентов гибридной нейронной сети мы предлагаем алгоритм машинного обучения с подкреплением. Основная идея указанного алгоритма заключается в том, что в качестве модельной среды используется система (1), а для оптимизации используются эволюционные вычисления (в частности, дифференциальная эволюция). На первом этапе алгоритма необходимо проинициализировать гибридную нейронную сеть случайными весовыми коэффициентами и произвести расчет траекторий для каждого из наборов показателей исследовательской деятельности. На втором этапе следует вычислить среднее значение критерия качества $J(x(t))$. Далее, на третьем этапе на основе

значения критерия качества необходимо скорректировать коэффициенты гибридной нейронной сети (с применением эволюционного алгоритма глобальной параметрической оптимизации). Реализация указанного алгоритма осуществляется с использованием языка Julia и библиотеки BlackBoxOptim.jl.

Структура каскадного регулятора на основе нечеткой логики

Обучение гибридной нейронной сети для модели (1) реализуется на основе баз знаний B_1, B_2, B_3, B_4 , информация для которых в результате интерпретации представляется в числовой форме. Очевидно, что экспертные оценки, используемые для наполнения указанных баз знаний, допускают варьирование и многозначность. С учетом указанного обстоятельства целесообразным является применение аппарата нечеткой логики.

Для адекватного описания иерархического дерева подзадач кластеров исследовательских заданий мы предлагаем метод построения каскадного (многослойного) регулятора на базе формализма нечеткой логики. Регулятор имеет каскадную структуру с учетом иерархической взаимосвязи баз знаний, обеспечивающих процесс совершенствования и оценивание проектно-исследовательской деятельности обучающихся. В контексте настоящей работы под регулятором понимается механизм формирования баз знаний кластеров исследовательских заданий и вектора коррекции показателей исследовательского процесса. На вход регулятора подаются значения n параметров исследовательской деятельности с учетом использования шкалы значений от 0 до 1. Значения, наполняющие базы знаний B_1, B_2, B_3, B_4 , могут быть определены в форме нечетких термов. Общая структура регулятора представлена на рис. 2.

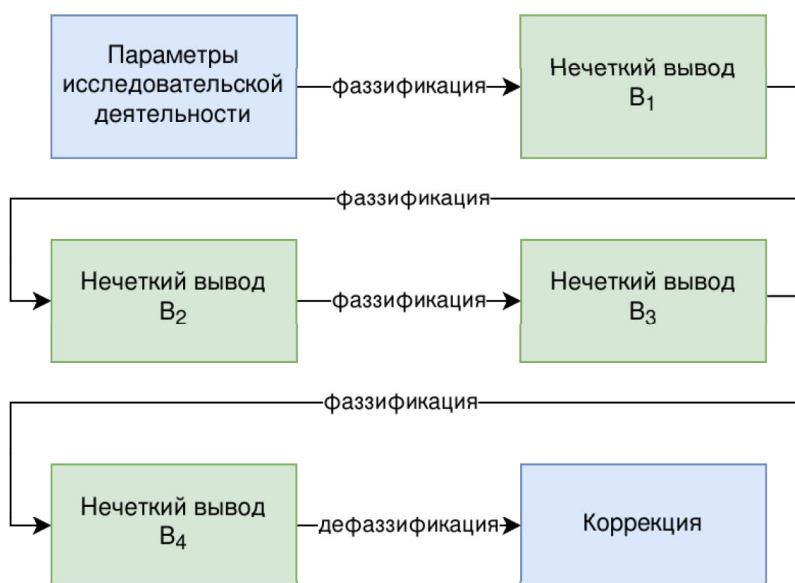


Рис. 2. Общая схема каскадного нечеткого регулятора

Нечеткий вывод для B_i основан на применении базы правил в форме Мамдани, которая в обобщенной форме имеет вид

если $h_{11}(f_{11}(x_1), f_{12}(x_2), \dots, f_{1m}(x_n))$, то $g_1(b_{11})$;
 если $h_{12}(f_{21}(x_1), f_{22}(x_2), \dots, f_{2m}(x_n))$, то $g_2(b_{11})$;
 если $h_{13}(f_{31}(x_1), f_{32}(x_2), \dots, f_{3m}(x_n))$, то $g_3(b_{11})$;
 если $h_{21}(f_{41}(x_1), f_{42}(x_2), \dots, f_{4m}(x_n))$, то $g_1(b_{12})$;
 если $h_{22}(f_{51}(x_1), f_{52}(x_2), \dots, f_{5m}(x_n))$, то $g_2(b_{12})$;
 если $h_{23}(f_{61}(x_1), f_{62}(x_2), \dots, f_{6m}(x_n))$, то $g_3(b_{12})$;

 если $h_{n1}(f_{a1}(x_1), f_{12}(x_2), \dots, f_{1m}(x_n))$, то $g_1(b_{1n})$;
 если $h_{n2}(f_{\beta 1}(x_1), f_{22}(x_2), \dots, f_{2m}(x_n))$, то $g_2(b_{1n})$;
 если $h_{n3}(f_{m1}(x_1), f_{32}(x_2), \dots, f_{3m}(x_n))$, то $g_3(b_{1n})$;

где $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор входных данных, h_{ij} – функция, описывающая логическое выражение в части антецедентов, f_{ij} – функции принадлежности в части антецедентов, g_1, g_2, g_3 – функции принадлежности в части консеквентов, $m = 3n$, $\alpha = m - 3$, $\beta = m - 2$. Следует отметить, что количество правил в базе может варьироваться, а при наличии трех функций принадлежности в части консеквентов для построения репрезентативной базы требуется $3n$ правил в каждом слое. Таким образом, в этих условиях необходимо задействовать $12n$ правил. Функции принадлежности f_{ij} образуют матрицу функций одного из трех видов – «низкий», «высокий», «средний».

Характерным отличием механизма нечеткого каскадного регулятора от принципа функционирования гибридной нейронной сети прямого распространения является возможность построения базы нечетких правил с применением метода экспертных оценок. Благодаря применению экспертных оценок возможна итеративная корректировка параметров нечеткого регулятора и характеристической модели обучения (см. рис. 3).

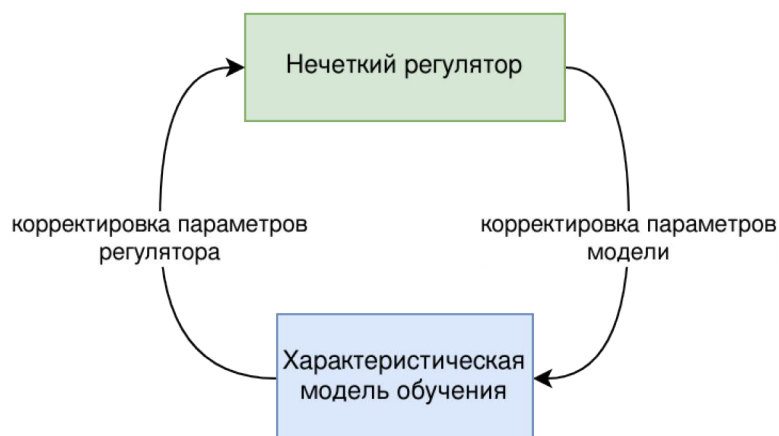


Рис. 3. Схема итеративной корректировки параметров замкнутой модели обучения

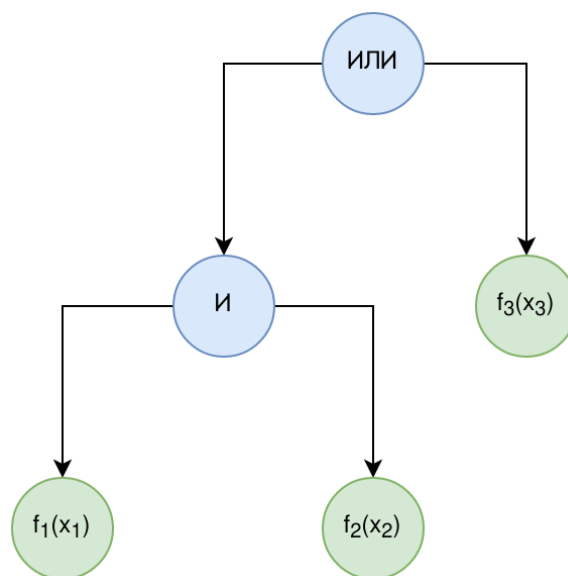


Рис. 4. Символьное дерево для выражения $f_1(x_1)$ И $f_2(x_2)$ ИЛИ $f_3(x_3)$

Помимо использования метода экспертных оценок формирование базы правил нечеткого регулятора может быть осуществлено с применением машинного обучения с подкреплением. В рамках концепции машинного обучения мы предлагаем два подхода к формированию базы правил нечеткого регулятора на основе эволюционных алгоритмов оптимизации.

При первом подходе предполагается, что правила в базе всегда представлены в совершенной нормальной форме:

$$И(ИЛИ(X), ИЛИ(X), \dots).$$

В этом случае при наличии однородной структуры правил возможно применение алгоритмов комбинаторной оптимизации для определения оптимальной структуры нечеткого регулятора. Преимуществом таких алгоритмов является относительно простая реализация. Однако полученные правила могут обладать большой структурной избыточностью, а сами алгоритмы имеют как минимум квадратичную сложность.

Второй подход к формированию базы правил основан на применении символьной регрессии. Поскольку символьное дерево может быть построено для любых математических операторов, можно представить правила нечеткой базы в форме символьных деревьев. Пример символьного дерева такого типа приведен на рис. 4.

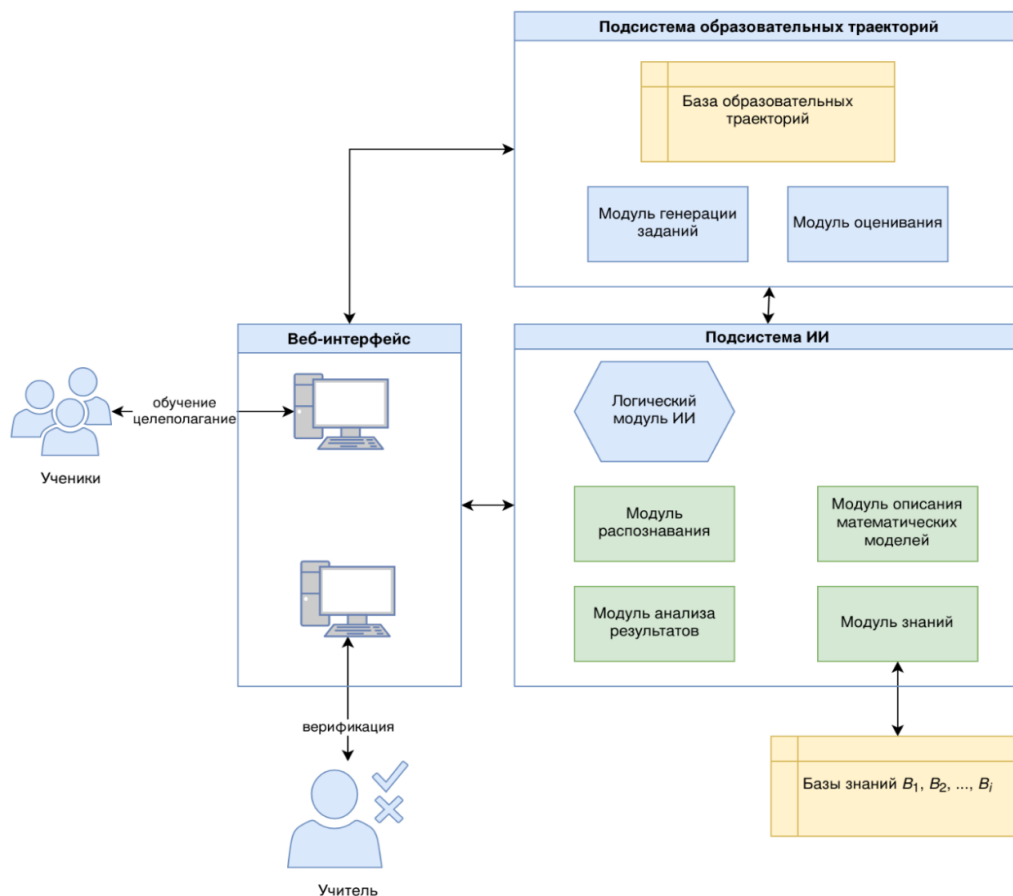


Рис. 5. Обобщенная схема ГИОС

Символьные деревья, аналогичные представленному на рис. 4 дереву, могут использоваться для описания иерархической структуры подзадач кластеров исследовательских заданий в процессе обучения математическим дисциплинам. Такое описание иерархической структуры позволяет комбинировать многообразие экспертных оценок с автоматизацией процесса интеллектуального моделирования педагогического процесса. Примеры реализации конечноавтоматных алгоритмов построения символьных деревьев общего вида содержатся в (Петров, 2022). Указанные алгоритмы допускают модификацию, направленную как на построение и использование пространства знаний, так и на хранение и обработку данных в структуре баз знаний $B_1 - B_4$.

Характеристика алгоритмического и программного обеспечения модулей гибридной интеллектуальной обучающей среды

Важным направлением разработки ГИОС, позволяющим унифицировать процесс обучения математическим дисциплинам (МД) в системе среднего образования, является

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

создание и апробация алгоритмического и программного обеспечения, привязанного к различным модулям ГИОС. Предложенные в работе алгоритмы и программное обеспечение интегрированы в ГИОС. На рис. 5 приведена схема ГИОС, представляющая собой обобщение схемы, приведенной в (Петров, 2021).

Для разработки ГИОС, предназначенной для обучения МД в системе среднего образования, используются инструментальные средства языка Python3, в частности numpy, sympy, scikit-fuzzy, среда JupyterLab. Отдельные модули реализованы с применением языка Julia. Использование различных языков программирования обусловлено многообразием задач, решаемых в рамках данного исследования. Структурно ГИОС разделена на три подсистемы: подсистему ИИ, подсистему образовательных траекторий и веб-интерфейс.

Подсистема ИИ является логическим ядром ГИОС и выполняет задачи, представленные в таблице 1.

*Таблица 1.
Описание подсистемы ИИ ГИОС*

Задачи	Модуль подсистемы ИИ
Представление данных, соответствующих результатам контрольных работ по математике, с учетом процедур распознавания, формализации и нормализации.	Модуль распознавания результатов
Препроцессинг данных, соответствующих результатам контрольных работ, на основе метода понижения размерности. Ранжирование результатов с помощью алгоритмов кластеризации.	Модуль анализа результатов
Выделение параметров исследовательского потенциала и формирование вектора коррекции указанных параметров. Реализация искусственных нейронных сетей прямого распространения.	Логический модуль ИИ
Формирование метаданных по образовательным траекториям учащихся.	Модуль знаний
Алгоритмические и инструментальные средства для описания интеллектуальных моделей в форме дифференциальных уравнений и вероятностных соотношений.	Модуль описания математических моделей

Модуль распознавания подсистемы ИИ построен на базе алгоритмов оптического распознавания символов, а также алгоритмах парсинга и обработки символьных выражений. Для реализации указанных алгоритмов используются открытые библиотеки libopencv и sympy.

Для реализации препроцессинга данных используются методы понижения размерности данных, в частности метод машинного обучения с применением автокодировщика и метод главных компонент математической библиотеки Statistics.jl. Для ранжирования результатов разработан алгоритм с применением процедуры кластеризации данных на основе k-means++ (библиотека scikit-learn). Выделение параметров исследовательского потенциала и формирование вектора коррекции параметров реализовано с применением гибридной нейронной сети. Формирование метаданных по образовательным траекториям учащихся производится с применением каскадного регулятора на основе нечеткой логики. Инструментальные средства модуля описания управляемых математических моделей базируются на алгоритмах численного решения дифференциальных уравнений, а также на алгоритмах статистических расчетов. В частности, на базе средств

указанного модуля построены и реализованы модель поэтапного усвоения знаний и одноступенчатая характеристическая модель обучения.

Важным компонентом ГИОС является реализация пользовательского интерфейса. Так как программный комплекс функционирует в клиент-серверном режиме, одной из задач разработки является создание веб-интерфейса. Для интеграции компонентов подсистемы ИИ с пользовательским интерфейсом используются такие средства, как фреймворк Mercury (для модулей, реализованных на Python) и фреймворк Mux/Interact.jl (для модулей, реализованных на языке Julia). Фрагмент интерфейса, полученный с применением Mux/Interact.jl, приведен на рис. 6.

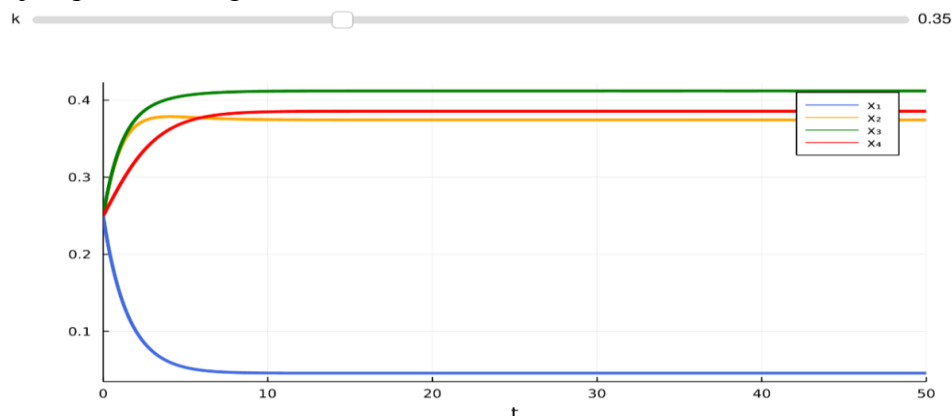


Рис. 6. Фрагмент графического интерфейса, иллюстрирующий процедуру варьирования параметра k для системы (1)

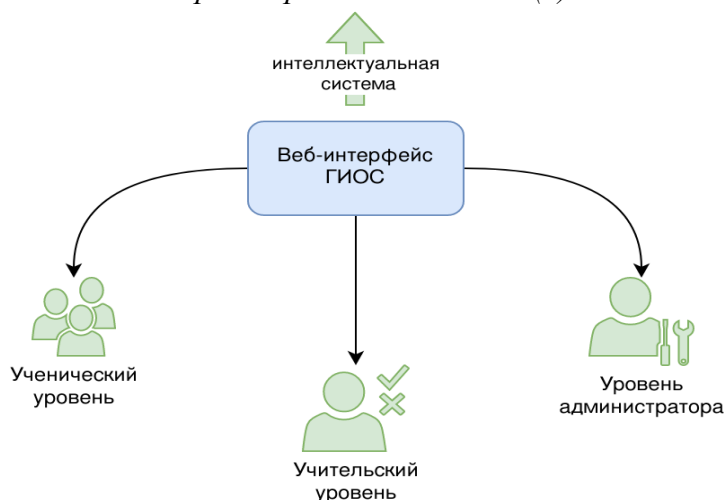


Рис. 7. Уровни доступа в ГИОС

Следует отметить, что веб-интерфейс ГИОС допускает высокую масштабируемость, предоставляет возможности по расширению функциональности, а также позволяет организовать интерактивное взаимодействие с пользователем. Структурное распределение веб-интерфейса по уровням доступа представлено на рис. 7.

Веб-интерфейс является клиентской частью ГИОС, с которой взаимодействуют логические интеллектуальные подсистемы, совокупность которых обозначены на рис. 7 как «интеллектуальная система». На ученическом уровне доступа присутствует возможность ознакомиться с индивидуальными заданиями и дидактическими материалами, пройти тестирование в онлайн-режиме, загрузить результаты тестов, оформленные на бумажном носителе, ознакомиться с результатами агрегированной оценки знаний и статистикой продвижения по индивидуальной образовательной траектории.

На учительском уровне доступа имеется функционал для автоматизированной проверки результатов тестирования по математическим дисциплинам, верификации результатов работы ГИОС, сбора статистики усвоения знаний группами школьников,

формирования общих рекомендаций. Уровень администратора подразумевает работу с экспертными данными для наполнения баз знаний, администрирование аккаунтов ученических и учительских уровней.

Заключение

Таким образом, в настоящей работе представлены аспекты методологии интеллектуальной поддержки педагогического процесса, связанные с реализацией замкнутой системы корректировки показателей проектно-исследовательской деятельности обучающихся в рамках ГИОС. Предложенное описание замкнутой системы управления «ГИОС – модель обучения» с использованием гибридной нейросети направлено на создание средств цифровизации обучения математическим дисциплинам в системе среднего образования. Созданный в настоящей работе каскадный регулятор на основе нечеткой логики продемонстрировал достаточную эффективность при формировании метаданных об образовательных траекториях обучающихся. Для алгоритма машинного обучения гибридной нейронной сети характерна высокая производительность и удобство реализации.

Предложенная архитектура веб-интерфейса допускает построение распределенных систем с большим количеством пользователей, а также «бесшовное» добавление нового алгоритмического и программного обеспечения, связанного с расширением функционала и непрерывным совершенствованием модулей ГИОС.

Полученные результаты могут быть использованы при решении задач реализации и модернизации систем интеллектуальной поддержки образовательного процесса, при моделировании процессов обучения, при формировании индивидуальных образовательных траекторий, а также для выявления показателей исследовательского потенциала школьников.

Список литературы

- Астахова И.Ф., Киселева Е.И. Гибридная интеллектуальная информационная система прогнозирования количества тестовых заданий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16. №4. С. 917–926.
- Басалин П.Д., Тимофеев А. Е., Кумагина Е. А., Неймарк Е. А., Фомина И. А., Чернышова, Н. Н. Реализация гибридной интеллектуальной обучающей среды продукционного типа // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. Т.14. № 1. С. 256–267.
- Басалин П.Д., Куликов Д.А., Маскина Ю.В. Адаптация гибридной интеллектуальной обучающей среды с подкреплением // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16. №3. С. 788–798.
- Дворяткина С.Н., Смирнов Е.И., Щербатых С.В. Интеллектуальное сопровождение проектно-исследовательской деятельности школьников в гибридной среде обучения математике: монография. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2021.
- Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой. М: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.
- Константинов Н.Н., Семенов А.Л. Результативное образование в математической школе // Чебышевский сборник. 2021. Т. 22. № 1 (77). С. 413–446.
- Петров А.А., Дружинина О.В., Масина О.Н. Моделирование систем оценивания знаний в рамках гибридной интеллектуальной обучающей среды // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2021. Т. 17. № 1. С. 179–189.
- Петров А.А., Черномордов С.В. Программа для генерации аналитических выражений методом символьной регрессии. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022613426 от 14.03.2022.
- Семенов А.Л., Вишняков Ю.С. Цифровая трансформация общего образования: перспективы и пути развития // Антропологическая дидактика и воспитание. 2021. Т. 4. № 4. С. 8–23
- Aggarwal C. Neural Networks and Deep Learning. Springer International Publishing, 2019.

- Druzhinina O.V., Karpacheva I.A., Masina O.N., Petrov A.A. Development of an integrated complex of knowledge base and tools of expert systems for assessing knowledge of students in mathematics within the framework of a hybrid intelligent learning environment // *International Journal of Education and Information Technologies*. 2021. V. 15. P. 122–129.
- Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A. Up-to-date software and methodological support for studying models of controlled dynamic systems using artificial intelligence // *Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS)*. Springer, 2021. Vol. 1225. P. 470–483.
- Dulhare U.N., Bin Ahmad K.A., Ahmad K. *Machine Learning and Big Data: Concepts, Algorithms, Tools and Applications*. Wiley, 2020.
- Filipovych R., Resnick S.M., Davatzikos C. Semi-supervised cluster analysis of imaging data // *NeuroImage*, 2011. Vol. 54. Iss. 3. P. 2185–2197.
- Geron A. *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*. 2nd New edition. O'Reilly, 2019.
- Loong E.Y.K., Herbert S. Primary school teachers' use of digital technology in mathematics: the complexities // *Mathematical Education Research Journal*. 2018. Vol. 30. P. 475–498.
- McKinney W. *Python for Data Analysis, 2e: Data Wrangling with Pandas, Numpy, and Ipython*. 2nd ed. Edition. O'Reilly, 2017.
- Sampsons D., Karagiannidis C. Personalised learning: educational, technological and standardisation perspective // *Interactive Educational Multimedia*. 2002. Vol. 4. P. 24–39.
- Smirnov E., Dvoryatkina S., Shcherbatykh S. Parameters and structure of neural network databases for assessment of learning outcomes // *International Journal of Criminology and Sociology*. 2020. Vol. 9. P. 1638–1648.
- Smirnov E., Dvoryatkina S., Shcherbatykh S. Technology of development of a hybrid intelligent system of teaching mathematics // *International Scientific and Practical Conference Education in a Changing World: Global Challenges and National Priorities. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS*. In *International Scientific and Practical Conference Education in a Changing World: Global Challenges and National Priorities*. 2021. Vol. 114. P. 761–769.

DEVELOPMENT OF INSTRUMENTAL SUPPORT FOR MODULES OF A HYBRID INTELLIGENT LEARNING ENVIRONMENT BASED ON THE CONSTRUCTION OF NEURAL NETWORK AND FUZZY MODELS

Druzhinina O. V. Dr. Sci. (Physics & Math.), professor ovdruzh@mail.ru Moscow Masina O. N. Dr. Sci. (Physics & Math.) Associate Professor olga121@inbox.ru Yelets Petrov A. A. Ph.D. (Tech), Associate Professor xeal91@yandex.ru Yelets	Federal Research Center «Computer Science and Control» of Russian Academy of Sciences, Bunin Yelets State University Bunin Yelets State University Bunin Yelets State University
--	--

Abstract. The current issues of mathematical models designing and the use of intelligent technologies for the development of instrumental and methodological support of the pedagogical process in the conditions of education digitalization are considered. The problem of evaluating the indicators of the design and research

activities of schoolchildren in the development of mathematical disciplines is considered. Methods of mathematical modeling, analysis of didactic systems, artificial intelligence and theory of dynamic systems are used to solve this problem. A generalized structure of a hybrid intelligent learning environment (HILE) is proposed, taking into account the scheme of interaction of HILE with the learning model. The closed control system "HILE – learning model" uses a hybrid neural network, the functioning of which is based on the developed reinforcement learning algorithm. The structure of such a cascade controller based on fuzzy logic is proposed, which can be used to generate metadata about the educational trajectories. A method of forming a fuzzy rules based on symbolic regression algorithms is described. The characteristics of the algorithmic and software modules of HILE is given. The structure is proposed and the functionality of HILE web interface is considered, taking into account the division into several access levels. The described approach to modeling allows to take into account uncertainties and control influences in hybrid learning environments, and also allows to implement systems of intellectual support for pedagogical processes. Algorithms of artificial intelligence and parametric optimization are proposed, which involve analyzing the results of testing groups of schoolchildren and conducting computational experiments aimed at evaluating the process of obtaining and assimilation of knowledge in the general education system. The issues of integration and adaptation of neural network algorithms for solving problems of modeling educational processes within the framework of the functioning of HILE are considered. The application of the obtained results and the prospects of the research are aimed at solving the problems of intellectual control in pedagogy and at improving learning systems taking into account modern trends in the digitalization of education.

Keywords: hybrid intelligent learning environment, design and research activities of schoolchildren, instrumental and methodological means of supporting the educational process, neural network modeling, control actions, cascade controller, machine learning, fuzzy logic.

Acknowledgements: The reported study was funded by RFBR, project number 19-29-14009.

References

- Aggarwal, C. (2019). *Neural Networks and Deep Learning*. Springer International Publishing.
- Astachova I.F., Kiseleva E.I. (2020). Hybrid Intelligent Information System for Predicting the Number of Test Tasks. *Modern Information Technologies and IT-education*, 16(4), 917-926 (In Russ., abstract in Eng.)
- Basalin, P. D., Timofeev, A. E., Kumagina, E. A., Neymark, E. A., Fomina, I. A. and Chernyshova, N. N. (2018). The implementation of a hybrid intelligent learning environment of the product type. *Modern Information Technology and IT-education*, 14(1), 256-267.
- Basalin, P. D., Kulikov, D. A., Maskina, Yu. V. (2020). Adapting a Hybrid Intelligent Reinforcement Learning Environment. *Modern Information Technologies and IT-education*, 16(3), 788-798. (In Russ., abstract in Eng.)
- Druzhinina, O. V., Karpacheva, I. A., Masina, O. N., Petrov, A. A. (2021). Development of an integrated complex of knowledge base and tools of expert systems for assessing knowledge of students in mathematics within the framework of a hybrid intelligent learning environment. *International Journal of Education and Information Technologies*, 15, 122-129.
- Druzhinina, O. V., Masina, O. N., Petrov, A. A. (2021). Up-to-date software and methodological support for studying models of controlled dynamic systems using artificial intelligence. *Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS)*, 2021, 1225, 470-483.

- Dulhare, U. N., Bin Ahmad, K. A., Ahmad, K. (2020). Machine Learning and Big Data: Concepts, Algorithms, Tools and Applications. Wiley.
- Dvoryatkina, S. N., Smirnov, E. I., Shcherbatykh, S. V. (2021). *Intellectnoe soprovozhdenie proektno-issledovatel'skoj deyatel'nosti shkol'nikov v gibridnoj srede obucheniya matematike: monografiya*. Yelets: Bunin Yelets State University. (In Russ.).
- Filipovych, R., Resnick, S. M., Davatzikos, C. (2011). Semi-supervised cluster analysis of imaging data. *NeuroImage*, 54(3), 2185-2197.
- Geron, A. (2019). Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. 2-nd New edition. O'Reilly.
- Karpenko, A. P. (2017) *Sovremennye algoritmy poiskovoy optimizatsii. Algoritmy, vdokhnovlennyye prirodoy* [Modern search engine optimization algorithms. Algorithms inspired by nature]. Moscow: Moscow State Technical University. (In Russ.)
- Konstantinov, N. N., Semenov, A. L. (2021). Productive education in the mathematical school. *Chebyshevskii Sbornik*, 22(1), 413-446. (In Russ., abstract in Eng.).
- Loong, E. Y. K., Herbert, S. (2018) Primary school teachers' use of digital technology in mathematics: the complexities. *Mathematical Education Research Journal*, 30, 475-498.
- Mckinney, W. (2017). Python for Data Analysis, 2e: Data Wrangling with Pandas, Numpy, and Ipython. 2-nd edition. O'Reilly.
- Petrov, A. A., Chernomordov, S. V. *Programma dlya generacii analiticheskikh vyrazhenij metodom simvol'noj regressii*. Certificate of registration of the computer program 2022613426, 03/14/2022. (In Russ.)
- Petrov, A. A., Druzhinina, O. V., Masina, O. N. (2021). Modeling Knowledge Assessment Systems within a Hybrid Intelligent Learning Environment. *Modern Information Technologies and IT-education*, 17(1), 179-189. (In Russ., abstract in Eng.)
- Sampsons, D., Karagiannidis, C. (2002) Personalised learning: educational, technological and standardisation perspective. *Interactive Educational Multimedia*, 4, 24-39.
- Semenov, A. L., Vishnyakov, Yu. S. (2021). Digital transformation of general education: prospects and ways of progress. *Anthropological Didactics and Upbringing*, 4(4), 8-23. (In Russ., abstract in Eng.).
- Smirnov, E., Dvoryatkina, S., Shcherbatykh, S. (2020). Parameters and structure of neural network databases for assessment of learning outcomes. *International Journal of Criminology and Sociology*, 9, 1638-1648.
- Smirnov, E., Dvoryatkina, S., Shcherbatykh, S. (2021). Technology of development of a hybrid intelligent system of teaching mathematics. *International Scientific and Practical Conference Education in a Changing World: Global Challenges and National Priorities. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS*. (pp. 761-769). 114.

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-70-78

УДК
378.147

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ВЫЗОВЫ И
ОТВЕТЫ**

Семина Вера Викторовна

к.п.н., доцент
Semina.VV@rea.ru
г. Москва

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова

Степаненко Катерина Александровна

к.ф.н., доцент
Stepanenko.KA@rea.ru
г. Москва

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова

Торосян Лия Давидовна

к.п.н., доцент
Torosyan.LD@rea.ru
г. Москва

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова

Гевондян Сергей Арменович

аспирант
Gevondyan.s@edu.rea.ru
г. Москва

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова

Аннотация. Данное исследование направлено на анализ образовательных потребностей студентов и отношения преподавателей высших учебных заведений к изменениям, которые произошли в связи с новыми реалиями, возникшими из-за пандемии Covid-19. Современные образовательные учреждения в настоящее время переживают переходный этап к совершенно новому этапу эволюции с точки зрения организации образовательного процесса, формата обучения, взаимодействия основных заинтересованных сторон, порожденного вызовами новой цифровой среды. Актуальность исследования обусловлена глобальным стремлением демонстрировать гибкость и отзывчивость к возникающим требованиям, которые являются обязательными к исполнению не только со стороны студентов, но и академического сообщества. Цель исследования – выявить, как цифровизация влияет на традиционную модель образования и ее основных агентов. Авторы статьи выдвигают гипотезу о том, что образовательные потребности студентов и отношение профессорско-преподавательского состава к цифровым технологиям меняются под влиянием новых реалий. Исследование было проведено в два этапа с участием студентов и академического сообщества. Все участники приняли участие в онлайн-опросе с использованием ENQ (Educational Needs Questionnaire – опросник образовательных потребностей), целью которого было определить образовательные потребности и предпочтения студентов и преподавателей. Полученные в ходе исследования результаты продемонстрировали импульс к дальнейшей цифровизации образовательного процесса и показали, что опрошенные признают необратимость произошедших изменений и проявляют готовность к решению задач новой цифровой эпохи. Результаты исследования имеют важное значение в связи с тем, что дальнейшее развитие образовательного процесса будет гораздо более восприимчивым к потребностям молодежного сообщества, естественной средой обитания которого является цифровая среда.

Ключевые слова: цифровизация, образование, цифровая трансформация, вызовы Covid-19, дистанционное обучение.

1. Вступление

В 2020 году, когда разразилась пандемия COVID-19, перед образовательными учреждениями встала задача, связанная с управлением процессами в новой реальности. Карантин и другие сопутствующие ограничения вынудили образовательные организации «серьезно переосмыслить, перестроить и перепроектировать нашу систему образования в условиях крайне беспрецедентной ситуации», устранив любые вероятные перерывы и обеспечив плавный переход в новую цифровую среду (Mishra, 2020). Большая часть учебных материалов была оперативно переведена в электронный формат и начала активно развиваться в цифровой среде. Таким образом, цифровая среда стала единственным связующим звеном между всеми агентами: преподавателями, студентами и руководством. Суть в том, что новые образовательные реалии предполагают не просто цифровизацию, а полную трансформацию всей образовательной системы, что является гораздо более глобальной и комплексной процедурой, затрагивающей всех задействованных в ней агентов. Тем не менее нельзя отрицать положительное влияние цифровизации на образование. Среди основных преимуществ для всех задействованных агентов в качестве преобладающих можно выделить следующие: быстрый доступ к информации, доступность ресурсов 24/7, появление обучающих платформ, снятие ограничений и границ по физическому местонахождению, упрощение поддержки образовательного процесса (Семина, 2016, 2017; Степаненко, 2017; Zolfaghari, 2011). Доступность информации и быстрый доступ к ней позволяют студентам учиться в своем собственном темпе, в том числе так называемым асинхронным обучающимся, позволяют им быть в курсе всех мероприятий, организованных в их учебном заведении, получать немедленную обратную связь как от преподавателей, так и от одноклассников, для обмена мнениями, которые должны способствовать сотрудничеству в мультикультурном классе, способствовать обмену идеями и предоставлять возможность проверять различные предположения в режиме реального времени. Кроме того, обновленный цифровой способ обучения лучше всего отвечает потребностям обучающихся поколения Z, поскольку им не нужно покидать цифровую зону, которая удобна.

В течение последних нескольких десятилетий образовательные учреждения поэтапно внедряли цифровые инструменты для упрощения некоторых видов деятельности в процессе обучения, но новые реалии COVID-19 потребовали не просто внедрения цифровых технологий в образовательный процесс, а сквозной комплексной трансформации учебного процесса всей образовательной системы с заменой существующей традиционной образовательной модели на модернизированную, предполагающую новые способы передачи знаний. Вызовы COVID-19 вынудили образовательные организации перейти к дистанционному обучению и обучению, которое лавирует между смешанным или гибридным и смешивает синхронное обучение с асинхронным. Этот переход от очного формата к дистанционному сопровождался трудностями, связанными с наличием цифровой инфраструктуры, актуальных цифровых навыков и компетенций как у преподавателей, так и у студентов, поддержанием качества образования на существующем уровне (Marinoni, 2020). Б. Канг указывает на три проблемы цифровой трансформации в сфере образования: (1) плохое управление мотивацией, (2) негативное влияние использования ИТ-устройств в образовании, (3) образовательное неравенство из-за цифрового разрыва. Ускорение цифровой трансформации, вызванное пандемией COVID-19, стало «новой нормой в сфере образовательных услуг». Необходимо принять соответствующие меры для усиления цифрового воздействия, изменив роль преподавателя со знающего инструктора на руководителя прогресса, инвестируя в инфраструктуру ИКТ в сфере образования и максимизируя достоинства дистанционного обучения (Kang, 2021, 16).

Поэтому важно различать следующие процессы: цифровизацию и цифровую трансформацию. Цифровизация в образовании – это интеграция цифровых технологий в учеб-

ный процесс, направленная на повышение эффективности учебного процесса за счет сокращения бумажной работы и упрощения некоторых процессов, исключая действия, которые ранее выполнялись преподавателями вручную, например, автоматическую проверку заданий программными средствами, отслеживание академических результатов, отслеживание посещаемости и другие. В свою очередь, цифровая трансформация образования — это сквозное комплексное преобразование всей образовательной модели, которое осуществляется посредством внедрения современных цифровых технологий и направлено на качественное изменение процесса обучения, преподавания и других сопутствующих процессов. Цифровая трансформация — это не просто внедрение цифровых продуктов или автоматизация некоторых видов деятельности, это изменение подхода к доставке знаний, взаимодействия всех заинтересованных сторон, корпоративной культуры, информационных потоков внутри образовательной организации. Итак, цифровая трансформация — это глобальный процесс, затрагивающий все аспекты образования, меняющий культуру труда и обучения (Balyer, Oz, 2018), (Nurhas, 2021).

Рассматривая высшее учебное заведение как бизнес-единицу, предоставляющую образовательные услуги в сочетании с предпринимательской деятельностью, обеспечивающей экономическую состоятельность вуза, целесообразно проанализировать его с точки зрения бизнес-процессов. В исследовании «Цифровизация как конкурентное преимущество российских организаций» (Осипова, 2020) Осипова Р.Г. рассматривает цифровизацию как процесс внедрения цифровых и информационных технологий в деятельность компаний, а цифровую трансформацию — как эволюцию бизнеса с помощью организационных изменений и внедрение цифровых технологий. Полянин А.В., Головина Т.А., Вертакова Ю.В. (Полянин, 2018) определяют цифровую трансформацию бизнеса как качественно новое совершенствование бизнес-процессов с использованием инновационных технологий и адаптации бизнес-моделей к условиям современной цифровой экономики. Следует отметить, что трансформационные процессы в основном идентичны с точки зрения бизнеса и образования. При этом развитие образовательного учреждения определяется как руководящим органом, так и высшим руководством учреждения. Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В. (Гарифуллин, 2018) полагают, что цифровая трансформация бизнеса происходит по инициативе руководства во внешней или внутренней среде компании. С COVID-19 стало очевидным, что образовательные организации подвергаются внешним опасностям, как и бизнес, и вынуждены проводить цифровую трансформацию, изменяя свое отношение к управлению образовательным процессом и его логистике (Bozkurt, 2020), (Ribeiro, 2020).

В отчете «Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты» Высшей школы экономики отмечается, что разница между понятиями цифровизация бизнеса и цифровая трансформация четко не определена, понятие «цифровая трансформация» исследует качественные изменения бизнес-процессов или способы осуществления экономической деятельности (бизнес-модели) после внедрения цифровых технологий, которые в свою очередь приводят к значительным социально-экономическим выгодам. В отчете ключевыми факторами, вызывающими цифровые изменения, являются преобразованные потребности людей и отраслей. В связи с этим произошла переоценка цифровизации, когда люди стали инструментом, с помощью которого выполняются повседневные операции и потребности, а также выполняются заказные дистанционные услуги вне зависимости от физического местонахождения человека (Цифровая трансформация отраслей, 2021). Таким образом, сравнивая цифровизацию и цифровую трансформацию, следует отметить, что цифровизация является неотъемлемым компонентом цифровой трансформации, так как цифровая трансформация — это результат интеграции цифровых технологий (то есть цифровизации). Она предполагает существенные изменения бизнес-процессов, а цифровизация ведет к интенсификации рабочих процессов за счет упрощения бизнес-процессов и методов работы (Ананьин, 2018), (Волкова, 2019).

Таблица 1 ниже иллюстрирует различия между вышеупомянутыми понятиями.

Таблица 1.
Различия между цифровизацией и цифровой трансформацией

Параметры	Цифровизация	Цифровая трансформация
Объект	Организация, Индустрия	Организация, Индустрия
Зона действия	Бизнес-процесс, Группа бизнес-процессов	Группа сквозных бизнес-процессов
Цель	Снижение трудоемкости, Повышение скорости и качества процесса принятия решений	Реструктуризация бизнес-процессов организации, культура, экосистема и т. д. Разработка новых «цифровых» товаров / услуг / моделей. Получение новых возможностей для бизнеса
Операции, выполняемые людьми	Отсутствие или минимальное участие человека	Отсутствие или минимальное участие человека

Очевидно, что вышеупомянутые постулаты говорят о сложной процедуре цифровой трансформации, которая не происходит в одночасье и требует большого количества ресурсов, как человеческих, так и материальных. В данном исследовании рассматривается процесс обучения как отражение изменений в реалиях COVID-19. Цель исследования – тщательно изучить, как традиционная модель образования трансформируется в цифровую форму в условиях COVID-19. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: теоретический анализ для подкрепления практических выводов; интерпретация результатов, полученных в результате опроса, и определение потребностей всех заинтересованных сторон, вовлеченных в этот процесс.

2. Методология

Авторы исследования выдвинули гипотезу о том, что образовательные потребности студентов и отношение преподавателей к цифровым технологиям с точки зрения индивидуального предоставления дистанционных услуг трансформируются в связи с вызовами COVID-19. Авторы сформулировали исследовательские вопросы, позволяющие получить представление об анализе образовательных потребностей и предпочтений студентов, а также об отношении профессорско-преподавательского состава к изменениям, произошедшим в связи с реалиями COVID-19. На первом этапе был проведен опрос среди молодежного сообщества. Вопросы исследования для студентов были сформулированы следующим образом:

(1) Считаете ли Вы, что Ваши навыки самостоятельного обучения достаточно развиты, чтобы эффективно работать в цифровой среде?

(2) Обладаете ли Вы цифровыми возможностями для обучения в новой образовательной реальности?

(3) Как Вы относитесь к смешанному режиму обучения?

На втором этапе для сбора точных данных авторы сформулировали вопросы для преподавателей, которые представлены ниже.

(1) Как Вы оцениваете влияние Covid-19 на качество предоставляемых образовательных услуг?

(2) Считаете ли Вы, что цифровая инфраструктура Вашего университета адекватно реагирует на вызовы Covid-19?

(3) Вы когда-нибудь разрабатывали цифровой контент курса, который Вы проводите?

2.1. Участники

В исследовании приняли участие две группы участников. Первую группу представляла вузовская молодежь (всего 193 студента РЭУ им. Г.В. Плеханова, средний возраст – 21 год). Вторую группу представляло академическое сообщество (30 участников, в том числе из разных структурных подразделений РЭУ, средний возраст – 38). Участники были подробно проинформированы о цели исследования и добровольно приняли в нем участие.

2.2. Методы

Для достижения цели исследования команда исследователей использовала сочетание таких методов, как качественный и количественный анализ данных:

(1) Качественный анализ данных включает: онлайн-интервью с открытыми вопросами для сбора мнений респондентов, представленных студенческим и академическим сообществом; включенное наблюдение.

(2) Количественный анализ данных включает: онлайн-опрос с ограниченными вопросами через ENQ (Educational Needs Questionnaire – опросник образовательных потребностей) для выявления образовательных предпочтений студентов и преподавателей. ENQ предназначен для изучения образовательных потребностей и предпочтений целевой аудитории и преодоления разрыва между тем, что существует, и тем, что ожидается. ENQ позволяет проводить анализ потребностей, который предназначен для уточнения параметров курса, включая программу курса, цифровые инструменты, управление классом (Nunan, 2013), (Sönmez, 2019).

2.3. Ход исследования

Исследование включает в себя два этапа: первый этап ориентирован на студенческую аудиторию, второй этап охватывает академическое сообщество, в частности преподавательский состав. Авторы провели анализ потребностей, целью которого было «определить текущую и желаемую производительность» (Biech, 2005, 51).

3. Результаты и обсуждение

В ходе опроса студентов спросили, как они могут оценить свои навыки самостоятельного обучения. Более половины студентов (52,3%) убеждены в том, что у них хорошо развиты навыки самостоятельного обучения, при этом 44% работают над их развитием, и только 3,7% опрошенных считают, что у них совсем не развиты навыки самостоятельного обучения. В связи с этим можно сделать вывод, что студенты вполне способны к самостоятельной работе, что является обязательным условием университетского образования, где количество академических часов, отводимых на самостоятельную работу, чрезвычайно важно и даже регламентировано в учебных программах по предметам, преподаваемым в вузе. В контексте дистанционного обучения этот навык чрезвычайно полезен для эффективной работы в цифровой среде. Следующий вопрос опроса был связан с цифровой компетентностью студентов, так как этот аспект представляет особый интерес для нашего исследования. Ведь в условиях регулярных ограничений COVID и дистанционного обучения поиск и использование цифровых ресурсов особенно актуальны. Большинство студентов (76,7%) оценивают свою цифровую компетентность на адекватном уровне, что позволяет им эффективно работать в цифровой среде. Остальные 23,3% респондентов среди студентов сообщили о слабых цифровых навыках.

Что касается отношения студентов к смешанному формату обучения, то результаты опроса таковы: подавляющее большинство (66,3%) высказывают положительное отношение к указанному формату обучения, остальные 33,7% распределились между теми, кто представил нейтральные и отрицательные отзывы (20,7% и 13% соответственно). На втором этапе был проведен опрос профессорско-преподавательского состава различных структурных подразделений РЭУ. Размышляя о качестве образования в новых условиях, наибольшее количество респондентов среди представителей академического сообщества (53,4%) признают ухудшение в незначительной степени. 33,3% опрошенных более категоричны, утверждая,

что качество образования значительно ухудшилось. И только 13,3% преподавателей не замечают изменений в качестве образования.

При этом около 80% респондентов считают, что цифровая инфраструктура вуза позволяет предоставлять качественные образовательные услуги в реалиях COVID-19. Остальные респонденты (20%) относительно поровну распределились между теми, кто считает, что цифровая инфраструктура не в полной мере отвечает на текущие вызовы, и теми, кто не готов брать на себя ответственность и судить о том, готов ли университет или нет. Что касается цифрового контента проводимых курсов, 46,7% подтвердили, что все их курсы разработаны в цифровом формате, 30% имеют только часть своих курсов в цифровом формате, 23,3% дали отрицательный ответ.

4. Выводы

Исследование показало, что гипотеза полностью подтвердилась. Полученные результаты демонстрируют импульс к дальнейшей цифровизации образовательного процесса, его актуальность и обоснованность в реалиях COVID-19. Для поддержания баланса между основными заинтересованными сторонами и обеспечения плавного эволюционного перехода к последующим этапам крайне важно обеспечить равные темпы развития и одинаковую скорость цифровизации каждой части процесса. Кроме того, новая цифровая среда сама по себе требует настройки дистанционного предоставления услуг, которые выходят далеко за рамки простого удовлетворения основных образовательных потребностей студенческого сообщества. Результаты исследования и их анализ позволили выявить основные тенденции развития образовательных услуг и наметить приоритетную стратегию.

Было проведено исследование, доказывающее, что образовательная среда претерпевает кардинальные изменения, и в этот момент преподаватели должны быть гибкими, чтобы манипулировать технологиями и методами, чтобы обеспечить продуктивность учебного процесса. От обучающихся цифровая образовательная среда требует адаптивности с точки зрения их возможностей переключения при совмещении режимов обучения. Учитывая текущую эпидемиологическую ситуацию, целесообразно проводить курсы в формате смешанного обучения с использованием различных цифровых инструментов, к которым привыкло поколение Z. Однако результаты опроса отчетливо показали определенную недостаточность уровня навыков самостоятельного обучения студентов, с одной стороны, и явное отставание необходимых цифровых компонентов в условиях трансформации образовательного процесса, с другой. Кроме того, было бы крайне важно получить моментальную обратную связь от студенческого сообщества с помощью опросов или анкет, чтобы внести соответствующие поправки в курс.

Надежность и достоверность полученных данных подтверждается значительным числом опрошенных среди студентов и преподавателей. Таким образом, цифровая трансформация традиционного формата обучения – неизбежный и необратимый процесс, обусловленный не только складывающимися реалиями COVID-19, но и требованиями и ожиданиями молодежного сообщества.

Список литературы

- Абдрахманова Г.И., Быховский К.Б., Веселитская Н.Н., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. М.: ВШЭ, 2021.
- Волкова А.А., Плотников В.А., Рукинов М.В. Цифровая экономика: сущность явления, проблемы и риски формирования и развития // Управленческое консультирование. 2019. №4. С. 38-49.
- Гарифуллин Б.М., Зябриков В.В. Цифровая трансформация бизнеса: модели и алгоритмы // Креативная экономика. 2018. №12(9). С. 1346-1358.

- Осипова Р.Г. Цифровизация как конкурентное преимущество российских организаций // Вестник Академии знаний. 2020. №37(2). С 258-262.
- Полянин А.В., Головина Т.А., Вертакова Ю.В. Цифровая трансформация деятельности предпринимательских структур // Научные ведомости. Серия Экономика. Информатика. 2018. № 45(4). С. 632-641.
- Семина В.В. Электронное и интерактивное обучение иностранным языкам: практический взгляд // Родионов Е.Д. (ред.). Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования. Сборник научных статей международной конференции. Барнаул: Алтайский государственный университет. 2017. С. 1923-1927.
- Семина В.В. Использование онлайн технологий в процессе преподавания иностранного языка. // Повышение академической мобильности преподавателей и студентов в рамках сотрудничества РЭУ им. Г.В. Плеханова с международной образовательной корпорацией «PEARSON»: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. М.: Pearson, 2016. С. 177-184.
- Степаненко К.А. Дистанционные формы обучения: преимущества и перспективы использования // Культурно-языковое взаимодействие в процессе преподавания дисциплин культурологического и лингвистического циклов в современном полиэтничном ВУЗе. Материалы III Всероссийской (с международным участием) научно-методической конференции. М.: РЭУ имени Г.В. Плеханова. 2017. С. 264-269.
- Ananyin V.I., Zimin K.V., Lugachev M.I., Gimranov R.D., Skripkin K.G. Digital Enterprise: Transformation into a New Reality. Business Informatics. 2018. No. 2(44). P. 45-54.
- Balyer A., Oz S. Academicians' Views on Digital Transformation in Education. International Online Journal of Education and Teaching. 2018. No. 5(4). P. 809-830.
- Biech E. Training for Dummies. Hoboken. NJ: Wiley Publishing Inc. 2015.
- Bozkurt A., Sharma, R.C. Emergency Remote Teaching in a Time of Global Crisis due to Corona Virus pandemic. Asian Journal of Distance Education. 2020. No. 15(1). P. 1-6.
- Kang B. How the COVID-19 Pandemic Is Reshaping the Education Service. The Future of Service Post-COVID-19 Pandemic. 2021. No. 1. P. 15-36.
- Marinoni G., van't Land H., Jensen T. The Impact of Covid-19 on Higher Education Around the World. IAU Global Survey Report. France: IAU. 2020.
- Mishra L., Gupta T., Shree A. Online Teaching-Learning in Higher Education during Lockdown Period of COVID-19 Pandemic. International Journal of Educational Research Open. 2020. No. 1.
- Nunan D. Learner-Centered English Language Education. The selected works of David Nunan. New York and London: Routledge. 2013.
- Nurhas I., Bayu R., Aditya B.R., Jacob D.W., Pawlowski J.M. Understanding the Challenges of Rapid Digital Transformation: the Case of COVID-19 Pandemic in Higher Education. Behaviour & Information Technology. 2021.
- Ribeiro R. How University Faculty Embraced the Remote Learning Shift. EdTech Magazine. <https://edtechmagazine.com/higher/article/2020/04/how-university-faculty-embraced-remote-learning-shift>
- Sönmez H. An Examination of Needs Analysis Research in the Language Education Process. International Journal of Education & Literacy Studies. 2019. No. 7(1). P. 8-17.
- Zolfaghari V., Mohammad M., Kargozari R. Influences of Digital Classrooms on Education. Procedia Computer Science. 2011. No. 3. P. 1178-1183.

DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION: CHALLENGES AND RESPONSES

Semina V. V. Ph.D (Pedagogy), associate professor Semina.VV@rea.ru Moscow	Plekhanov Russian University of Economics
Stepanenko K. A. Ph.D (Philology), associate professor Stepanenko.KA@rea.ru Moscow	Plekhanov Russian University of Economics
Torosyan L. D. Ph.D (Pedagogy), associate professor Torosyan.LD@rea.ru Moscow	Plekhanov Russian University of Economics
Gevondyan S. A. Postgraduate Student Gevondyan.s@edu.rea.ru Moscow	Plekhanov Russian University of Economics

Abstract. This study is focused on analysing students' educational needs, and attitudes of academic staff to the changes taken place due to Covid-19 realities. Modern educational institutions are currently experiencing a transfer to a completely new stage of evolution in terms of the organization of the educational process, the format of training, the interaction of both parties, generated by the challenges of the new digital environment. The study is relevant due to the global desire to demonstrate flexibility and responsiveness to emerging requirements that are mandatory not only for students, but also for the academic staff. The purpose of the study is to identify how digitalization affects the traditional model of education and its main agents. The authors put forward a hypothesis that students' educational needs and academic staff attitudes towards digital technologies are being altered. The research was conducted in two stages and involved students and the academic community. All the members took part in an online poll via ENQ (Educational Needs Questionnaire) to identify educational needs and preferences. The results obtained demonstrated that participants acknowledge the irreversibility of changes taken place and show readiness to meet challenges of a new digitalized era. The results of the study are important as the further development of the educational process will be much more receptive to the needs of the youth community, who live in the digital environment.

Keywords: digitalization, education, digital transformation, Covid-19 challenges, distance learning.

References

- Abdrahmanova, G. I., Byhovskij, K. B., Veselitskaya, N. N., Vishnevskij, K. O., Gohberg, L. M. et al. (2021). *Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovye usloviya i priorityety*. Moscow, HSE. (In Russ).
- Ananyin, V. I., Zimin, K. V., Lugachev, M. I., Gimranov, R. D., Skripkin, K. G. (2018). *Digital Enterprise: Transformation into a New Reality*. Business Informatics, 2(44), 45-54.
- Balyer, A., Oz, S. (2018). *Academics' Views on Digital Transformation in Education*. International Online Journal of Education and Teaching, 5(4), 809-830.

- Biech, E. (2015). *Training for Dummies*. Hoboken, NJ: Wiley Publishing Inc.
- Bozkurt, A., Sharma, R. C. (2020). *Emergency Remote Teaching in a Time of Global Crisis due to Corona Virus pandemic*. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1-6.
- Garifullin, B. M., Zyabrikov, V. V. (2018). Digital Transformation of Business: Models and Algorithms. *Creative Economics*, 12(9), 1346-1358. (In Russ., abstract in Eng.)
- Kang, B. (2021). *How the COVID-19 Pandemic Is Reshaping the Education Service*. *The Future of Service Post-COVID-19 Pandemic*, 1, 15-36.
- Marinoni, G., van't Land H., Jensen, T. (2020). *The Impact of Covid-19 on Higher Education Around the World*. IAU Global Survey Report. France: IAU.
- Mishra, L., Gupta, T., Shree, A. (2020). *Online Teaching-Learning in Higher Education during Lockdown Period of COVID-19 Pandemic*. *International Journal of Educational Research Open*, 1.
- Nunan, D. (2013). *Learner-Centered English Language Education. The Selected Works of David Nunan*. New York and London: Routledge.
- Nurhas, I., Bayu, R., Aditya, B.R., Jacob, D.W., Pawlowski, J.M. (2021). *Understanding the Challenges of Rapid Digital Transformation: the Case of COVID-19 Pandemic in Higher Education*. *Behaviour & Information Technology*.
- Osipova, R. G. (2020). Digitalization as a Competitive Advantage of Russian Organizations. *Bulletin of the Academy of Knowledge*, 37(2), 258-262. (In Russ., abstract in Eng.)
- Polyanin, A. V., Golovina, T. A., Vertakova, Yu. V. (2018). Digital Transformation of the Activity of Entrepreneurial Structures. *Scientific Statements*, 45(4), 632-641. (In Russ., abstract in Eng.)
- Ribeiro, R. (2020). How University Faculty Embraced the Remote Learning Shift. *EdTech Magazine*. <https://edtechmagazine.com/higher/article/2020/04/how-university-faculty-embraced-remote-learning-shift>
- Semina, V. V. (2016). Ispol'zovanie onlayn tekhnologiy v protsesse prepodavaniya inostrannogo yazyka. [The use of online technologies in the process of teaching a foreign language]. *Povyshenie akademicheskoy mobil'nosti prepodavatelej i studentov, v ramkah sotrudnichestva reu im. G.V. Plekhanova s mezhdunarodnoj obrazovatel'noj korporaciej "Pearson": sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* (pp. 177-184). Moskva: Pearson. (In Russ.)
- Semina, V. V. (2017). Elektronnoe i interaktivnoe obuchenie inostrannym yazykam: prakticheskiy vzglyad. [Electronic and Interactive Teaching of Foreign Languages: a Practical View]. *Lomonosovskie chteniya na altae: fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya* (pp. 177-184). Barnaul: Altajskij gosudarstvennyj universitet. (In Russ.)
- Sönmez, H. (2019). An Examination of Needs Analysis Research in the Language Education Process. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 7(1), 8-17.
- Stepanenko, K. A. (2017). Distantionnye formy obucheniya: preimushchestva i perspektivy ispol'zovaniya. [Distance forms of education: advantages and prospects for use]. *Kul'turno-yazykovoje vzaimodejstvie v processe prepodavaniya disciplin kul'turologicheskogo i lingvisticheskogo ciklov v sovremennom politnichnom vuze: materialy III Vserossijskoj (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-metodicheskoy konferencii* (pp. 264-269). Moskva Rossijskij ekonomicheskij universitet imeni G.V. Plekhanova. (In Russ.)
- Volkova, A. A., Plotnikov, V. A., Rukinov, M. V. (2019). Digital Economy: the Essence of the Phenomenon, Problems and Risks of Formation and Development. *Administrative Consulting*, 4, 38-49. (In Russ., abstract in Eng.)
- Zolfaghari, V., Mohammad, M., Kargozari, R. (2011). *Influences of Digital Classrooms on Education*. *Procedia Computer Science*, 3, 1178-1183.

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-79-86

УДК
378.4:372.88
1.111.1

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ СПЕЦИАЛИСТА В ХОДЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЗАНЯТИЯ ПО АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Чивилева Ирина Вячеславовна

к.п.н.
tchivirinka@inbox.ru
г. Рязань

Романов Валерий Викторович

к.п.н., доцент
valvicromanov@mail.ru
г. Рязань

Щербатых Людмила Николаевна

к.п.н., доцент
shcherlyd@mail.ru
г. Елец

Князькова Ольга Игоревна

paola1210@mail.ru
г. Рязань

Рязанский государственный
агротехнологический университет
имени П.А. Костычева

Рязанский государственный
агротехнологический университет
имени П.А. Костычева

Елецкий государственный университет им.
И.А. Бунина

Рязанский государственный
агротехнологический университет
имени П.А. Костычева

Аннотация. В условиях информатизации вузовского образования грамотно организованное бинарное занятие в аграрном вузе с применением цифровых образовательных ресурсов дает студентам хорошую возможность профессионально-ориентированного изучения языка, повышая их мотивацию и демонстрируя возможности английского языка в профессии. Такое занятие сочетает в себе возможности отработки навыков и умений использования специальной лексики, построения самостоятельного высказывания и прослушивания иностранной речи. Исследование предусматривало интеграцию учебного материала двух дисциплин: английский язык и детали машин и основы конструирования на бинарных занятиях в технопарке автодорожного факультета Рязанского государственного агротехнологического университета. Структура занятия представляла собой последовательное чередование этапов, включающее получение порции теоретического материала и практических заданий по английскому языку, направленных на отработку использования профессиональной терминологии, диалогов и минимальных монологов. Анализ бинарного занятия проводился еще во время его прохождения, делая пометки об ошибках в использовании лексического и грамматического материала, с целью акцентировать внимание учащихся на следующем занятии английского языка. Анкетирование студентов продемонстрировало оценку преимуществ такого занятия по английскому языку, подтвердило его состоятельность и практическую значимость.

Ключевые слова: информатизация вузовского образования, цифровые образовательные ресурсы, междисциплинарное занятие, профессиональная компетенция, английский язык, технический вуз, профессиональное образование.

Введение

Английский язык является наиболее распространенным языком в мире. Только китайский язык мог бы оспорить этот факт благодаря большой численности населения страны, но в других странах на нем практически не говорят, да и в Индии, не так давно обогнавшей поднебесную по числу жителей, говорят на хинди и английском. Говоря языком цифр, более 450 миллионов человек говорят на английском как на родном языке, а еще 600-650 миллионов используют его как дополнительный язык для общения.

Несмотря на сложную политическую, экономическую и социальную обстановку, знание иностранного языка по-прежнему является преимуществом современного специалиста в самых разных областях специализации. Человек способный выражать профессиональные идеи на английском языке всегда будет востребован на рабочем месте. Компетентность современного агрария во многом зависит от его умения и способности узнать о современных достижениях науки из различных, в том числе и иностранных источников информации, а также готовности представить иностранным партнерам свои профессиональные идеи, часто являющиеся передовыми и помогающими преодолеть трудности, обусловленные санкциями зарубежных стран, и расширить возможности производства и сбыта.

Президент РФ Владимир Путин в послании Федеральному собранию от 21 февраля 2023 года заявил о запуске реформы высшего образования и отмене Болонской системы (Davis P. & Pears E., 2011) Возврат к традиционной для нашей страны базовой подготовке специалистов необходимо проводить с учетом всех положительных моментов, которые можно было извлечь из системы высшего образования в рамках Болонского процесса. Нельзя «наступать дважды на одни и те же грабли», разрушая одну систему и восстанавливая прежнюю. Учет и применение всех положительных педагогических технологий и методик должны послужить залогом успешности выстраивания современной системы высшего образования России в том числе и в плане преподавания иностранного языка в лингвистических вузах.

Проблема совершенствования языковой подготовки студентов рассматривалась в работах многих отечественных и зарубежных авторов. Идеи и методики, связанные с преподаванием английского языка и представленные в более ранних работах (Обухова, 2021) получают дальнейшее развитие, детализацию и усовершенствование. Ряд ученых занимается вопросами преподавания английского языка в неязыковых вузах (Ревякина, 2019; Dzhanasova, 2020; Чижикова, Колесникова, 2021) и особенностями формирования универсальных и общепрофессиональных компетенций у студентов (Богданова, Веретенников, Солдатова, 2019; Касаткина, 2019; Алламуратов, Жумаева, 2020), других интересуют педагогические условия процесса обучения иностранному языку (Найдарова, 2020), а третьи заинтересованы в рассмотрении современных тенденций в обучении английскому языку, широко используемых и инновационных методик обучения (Normatova, 2020; Karpova, Voskovskaya, Anyushenkova, Digtyar, 2020).

Все большее внимание преподавателей уделяется активным методам обучения языку, предполагающим развитие творческого потенциала студента и его профессиональный рост. Определенное освещение находят также вопросы межпредметных связей и поиска эффективных методов обучения английскому языку в ходе интеграции языковых и специальных дисциплин в рамках подготовки студента (Urazova, 2020; Haytmuratova, 2019; Romanov, Zhebratkina, Chivileva, Knyazkova, Stepanova, 2021). Однако возможности бинарных занятий по английскому языку в аграрных вузах еще требуют более подробного рассмотрения, что лишь подчеркивает актуальность данной проблемы.

Кроме того, в последние годы всё чаще поднимается вопрос о применении цифровых технологий в ходе вузовского курса обучения иностранному языку в аграрных вузах. Это подразумевает не только освоение современных технических средств, но и работу с новыми формами и методами преподавания, а значит, новый подход к процессу обучения.

Использование цифровых технологий на занятиях по иностранному языку обеспечивает интерактивность обучения – создается специальная лингвистическая учебно-познавательная среда, взаимодействуя внутри которой, студенты получают возможность расширить и углубить профессионально ориентированные знания, взаимодействуя на иностранном языке.

Таким образом, грамотно организованное бинарное занятие по иностранному языку в аграрном вузе с использованием цифровых технологий на завершающем этапе изучения языка дает преподавателю ряд преимуществ по сравнению с обычным классом, которыми не следует пренебрегать. Такой тип организации учебного процесса является хорошей возможностью для профессионально ориентированного изучения языка, что, в свою очередь, повышает мотивацию студентов и демонстрирует возможности использования английского языка в профессиональной деятельности. Бинарный класс объединяет возможности отработки навыков и умений использования специальной лексики, построения самостоятельного высказывания и прослушивания иностранной речи.

Любая организация учебного процесса имеет не только преимущества, но и определенные трудности, с которыми могут столкнуться как сами студенты, так и преподаватели, которых лучше избегать до их возникновения. Бинарный класс, конечно, не исключение. Более того, в силу своего комплексного характера она требует повышенного внимания всех педагогов, занимающихся ее организацией и практической реализацией.

Целью данного исследования является подробное рассмотрение возможностей использования бинарного английского занятия в аграрном вузе для разработки ряда рекомендаций по его организации и практическому применению.

Методология исследования

Исследование предусматривало интеграцию учебного материала двух дисциплин: иностранного языка и деталей машин и основ конструирования. Бинарные занятия проводились в двух группах студентов очной формы обучения, обучающихся по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (11 человек) и специальности «Наземный транспорт и технологические средства» (17 человек) в технопарке г. Рязани Государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева (РГАТУ).

Исследование включало изучение различных источников информации и анализ полученных данных.

Помимо вышеперечисленных теоретических методов был использован такой эмпирический метод, как наблюдение, которое представляло собой целенаправленное и внимательное восприятие бинарного занятия по английскому языку на автодорожном факультете РГАТУ. Исследование завершилось опросом студентов по вопросам, выявившим их отношение к таким занятиям.

Подготовка и проведение бинарного занятия проходили в несколько этапов, включающих планирование, создание группы преподавателей, проектирование и проведение занятия, а также его анализ.

Планирование заключалось в выборе учебной дисциплины и темы занятия для интеграции, времени и места проведения бинарного занятия. Многим преподавателям знакомо состояние цейтнота, когда время занятия заканчивается, а план не выполняется в полной мере. Билингвальность рассматриваемых занятий может лишь усугубить нехватку времени, а потому заключительные часы учебного дня или случаи, когда в расписании профильная дисциплина и иностранный язык соседствуют, что позволяет получить 3 часа времени, выглядят наиболее подходящими.

Аграрные вузы имеют ряд преимуществ относительно возможных мест проведения бинарных занятий. Так, интегрированные занятия по иностранному языку для студентов технологических факультетов могут проводиться не только в аудиториях, но и на перерабатывающих предприятиях: хлебозаводах, молочных комбинатах, пивоваренных заводах, кондитерских фабриках и др.

Факультеты, связанные с агротехникой и животноводством, также имеют свою специфику возможных мест проведения комплексных занятий, представленную технопарками и вивариями, организованными при многих аграрных вузах.

В таких условиях проходили рассматриваемые бинарные занятия по английскому языку.

При создании группы педагогов учитывались следующие условия. В ходе совместной беседы преподаватель профильной дисциплины познакомил своего коллегу, ведущего занятия по иностранному языку, со своими планами такого занятия, поделился своим планом-конспектом и ответил на возможные вопросы. В дальнейшем в ходе занятия определенная его часть была представлена на английском языке в виде заданий, связанных с потенциально возможными профессиональными ситуациями в форме диалогов, в том числе на заполнение пропусков, деловых игр или кейсов. Практико-ориентированный характер проводимых бинарных занятий требует от преподавателя иностранного языка не только свободного владения языком, но и грамотно ориентироваться в основных понятиях изучаемой области профессиональной деятельности (чтение дополнительной литературы, знакомство с сайтом компании, составление словаря терминов). Это помогает лучше ориентироваться в рассматриваемых явлениях и процессах, а иногда по просьбе одного из собеседников выступать в качестве самостоятельного источника информации, давая дополнительные пояснения. Только реальная команда (дуэт или трио) преподавателя иностранного языка и преподавателя, профессионально курирующего курс обучения и, в идеале, хоть немного понимающего английский язык, является залогом успеха реализации сложного, но, как правило, интересного бинарного занятия.

Проектирование бинарного занятия, предполагающее подготовку его плана-конспекта и разработку всей стратегии совместной работы, явилось следующим важнейшим этапом совместной деятельности группы (команды) преподавателей.

Структуру такого интегрированного занятия можно представить в виде последовательного чередования этапов, включающих получение порции теоретического материала и практическое формирование умений и навыков у студентов в виде упражнений по обучению использованию профессиональной терминологии (задания на определение или применение изученной лексики в речи), диалоги или минимальные монологи (развитие навыков русско-английского перевода). Возможные формулировки включают следующее:

- заполните пропуски в репликах подходящими по смыслу словами/словосочетаниями из предложенных и воспроизведите высказывания;
- замените подчеркнутые слова/словосочетания их эквивалентами и воспроизведите получившийся диалог;
- расположите строки в логическом порядке и воспроизведите высказывание/диалог;
- переведите строки с русского на английский и воспроизведите диалог;
- придумайте ответы в предложенном диалоге и воспроизведите его;
- отредактируйте текст делового письма;
- разыграйте совещание начальника с руководителями отделов по вопросу поставки продукции;
- разыграйте интервью с представителями российской компании о ее деятельности (что она разрабатывает/производит, как долго компания находится на рынке, с кем конкурирует и т. д.).

Проектирование бинарного занятия, предполагающее подготовку его плана-конспекта и разработку всей стратегии совместной работы, явилось следующим важнейшим этапом совместной деятельности группы (команды) преподавателей.

Работа с диалогами направлена на развитие навыков говорения, поэтому преподавателю приходится напоминать обучающимся о необходимости работать в режиме «посмотри-и-говори», чтобы не превращать упражнение в обычную тренировку чтения.

Результаты

Анализ проведенного бинарного занятия начался еще в его ходе, когда преподаватель делал для себя пометки относительно ошибок в использовании лексико-грамматического материала, чтобы акцентировать внимание учащихся во время очередного последующего занятия по иностранному языку на имеющихся трудностях в процессе интеграции учебного материала.

Исследование завершилось компьютерным анкетным опросом учащихся, принимавших участие в бинарных занятиях, результаты которого представлены в таблицах. Анализ таблицы 1 позволяет говорить о достаточно высоком уровне мотивации студентов, а таблица 2 демонстрирует оценку студентами преимуществ бинарного занятия по английскому языку по 10-балльной системе, где 8-10 баллов свидетельствуют о высоком уровне эффективности рассматриваемого критерия, 5-7 баллов подтверждают его результативный характер, а баллы менее 5 говорят о неэффективности критерия.

Таблица 1.

Общее впечатление обучающихся о бинарном занятии

Вопрос	Ответившие утвердительно, чел.	Ответившие утвердительно, %
Вам понравилось занятие?	24	87,7
Есть ли смысл/польза в таких занятиях?	21	75,0
Вам были интересны задания на английском языке?	23	82,1

Таблица 2.

Оценка обучающимися критериев эффективности бинарного занятия

Критерий	Высокоэффективно, %	Эффективно, %	Неэффективно, %
Профессиональная направленность	71,4	28,6	-
Коммуникативность	85,7	14,3	3,6
Расширение словарного запаса	75,0	21,4	-
Обучение посредством показа предметов	92,9	7,1	-
Развитие навыков построения самостоятельного высказывания	64,3	25,0	10,7

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов. Во-первых, бинарное занятие по английскому языку позволяет построить курс обучения с возможностью переноса умений и навыков, сформированных в процессе овладения коммуникативной компетенцией,

в учебную профессионально-ориентированную деятельность по специальным дисциплинам, что, в свою очередь, развивает способность к анализу и сравнивать сложные профессиональные процессы и явления.

Во-вторых, такие занятия повышают мотивацию учащихся, развивают самодисциплину и навыки самоконтроля и совместной деятельности. Эти виды языкового погружения представляют собой ситуации, в которых приходится говорить, в результате чего улучшаются навыки говорения, умения слушать и понимать собеседника.

В-третьих, проведение таких занятий требует высокой квалификации преподавателя иностранного языка, который должен сам знать базовую профессиональную лексику, уметь ориентироваться в терминологии, знать теоретический материал профильной дисциплины, изучаемой на бинарном занятии.

Как видно из вышеизложенного, обучение в аграрном вузе предоставляет преподавателю иностранного языка хорошие возможности для проведения бинарных занятий с широким использованием межпредметных связей, что делает процесс более полным, интересным и насыщенным.

Список литературы

- Алламуратов Г.А., Жумаева Г.А. Современные педагогические технологии в обучении английскому языку // Вестник науки. 2020. Т. 3. № 6 (27). С. 7-11.
- Богданова А.И., Веретенникова А.В., Солдатова У.В. Развитие профессиональной иноязычной коммуникативной компетенции студентов нелингвистических направлений подготовки // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2019. № 1 (33). С. 68-78.
- Касаткина К.А. Формирование межкультурной компетенции на занятиях по иностранному языку у студентов неязыковых специальностей // Поволжский вестник науки. 2019. № 4 (14). С. 44-48.
- Обухова Л.Ю. Трудности преподавания английского языка в неязыковом вузе // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 6 (91). С. 221-224.
- Ревякина А.И. Проблемы и перспективы методики преподавания английского языка в неязыковых вузах России // Мир педагогики и психологии. 2019. № 5 (34). С. 64-73.
- Чижикова С.Н., Колесникова А.Ю. Компетентностный подход и его реализация на занятиях по иностранному языку // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2021. № 5-2. С. 114-119.
- Davies P. & Pears E. Success in English Teaching: A complete introduction to teaching English. OxfordUniversityPress. 2011.
- Dzhantasova D.D., Tskhay N.L., Zhdanova E.A. Problems in teaching ESP (English for specific purposes) in non-linguistic universities // The World of Science without Borders. Материалы 7-ой Международной научно-практической конференции молодых учёных. 2020. С. 325-327.
- Haydarova S. Teaching English with interesting activities. The Scientific Heritage. 2020. No. 55-4(55), P. 3-4.
- Normatova M.A. Use of modern innovative technologies in teaching English. Economy and society, 2020. No. 6(73). P. 174-176.
- Karpova T.A., Voskovskaya A.S., Anyushenkova O.N., Digtyar O.Yu. & Bottiglierio F. Establishing interdisciplinary logical connections at the non-linguistic higher school in the process of the foreign language teaching. Espacios. 2020. No. 41(11). P. 5.
- Urazova M.R. Innovative technologies in teaching and studying English. Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. 2020. No. 5-6. P. 28-37. <https://doi.org/10.29013/AJH 20-5.6-28-37>

- Xaytmuratova S. Modern methods and innovation technologies of teaching foreign languages in the higher education. Scientific Bulletin of Namangan State University. 2019. No. 1(5). P. 63. <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss5/63>
- Romanov V., Zhebratkina I., Chivileva I., Knyazkova O., Stepanova E. The binary English class at the agrarian university. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. International Conference on Language and Technology in the Interdisciplinary Paradigm (LATIP 2021). 2021. P. 796-802.

FORMING A COMPETENCE MODEL OF A SPECIALIST DURING AN INTERDISCIPLINARY ENGLISH CLASS

- Chivileva I. V.** Ryazan State Agrotechnological University
Candidate of Psychological Sciences Named after P.A. Kostychev
tchivirinka@inbox.ru
Ryazan
- Romanov V. V.** Ryazan State Agrotechnological University
Candidate of Pedagogic Sciences, Named after P.A. Kostychev
Associate Professor
valvicromanov@mail.ru
Ryazan
- Shcherbatykh L. N.** Bunin Yelets State University
Candidate of Pedagogic Sciences,
Associate Professor
shcherlyd@mail.ru
Yelets
- Knyazkova O. I.** Ryazan State Agrotechnological University
paola1210@mail.ru Named after P.A. Kostychev
Ryazan

Abstract. In the conditions of informatization of higher education, a well-organized binary lesson in an agricultural university with the use of digital educational resources gives students a good opportunity for professionally oriented language learning, increasing their motivation and demonstrating the capabilities of the English language in the profession. Such an activity combines the possibilities of practicing the skills and abilities of using special vocabulary, building an independent statement and listening to foreign speech. The study provided for the integration of educational material of two disciplines: English and machine parts and the basics of construction in binary classes at the technopark of the Automobile Faculty of the Ryazan State Agrotechnological University. The structure of the lesson was a sequential alternation of stages, including receiving a portion of theoretical material and practical tasks in English, aimed at practicing the use of professional terminology, dialogues and minimal monologues. The analysis of the binary lesson was carried out during its passage, making notes about errors in the use of lexical and grammatical material, in order to focus the attention of students on the next lesson of the English language. The survey of students demonstrated an assessment of the advantages of such an English lesson, confirmed its viability and practical significance.

Keywords: informatization of university education, digital educational resources, interdisciplinary study, professional competence, English, technical university, vocational education.

References

- Allamuratov, G. A., Zhumaeva, G. A. (2020). Modern pedagogical technologies in teaching English. *Vestnik nauki*, Vol. 3, 6 (27), 7-11. (In Russ., abstract in Eng.)
- Bogdanova, A. I., Veretennikova, A. V., Soldatova, U. V. (2019). The development of professional foreign language communicative competence of students of non-linguistic areas of training. *Professional'noye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom*, 1(33), 68-78. (In Russ., abstract in Eng.)
- Chizhikova, S. N., Kolesnikova, A. Yu. (2021). Competence approach and its implementation in foreign language classes. *Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Gumanitarnyye nauki*, 5-2, 114-119. (In Russ., abstract in Eng.)
- Davies, P. & Pears, E. (2011). *Success in English Teaching: A complete introduction to teaching English*. Oxford University Press.
- Dzhantasova, D. D., Tskhay, N. L., Zhdanova, E. A. (2020). Problems in teaching ESP (English for specific purposes) in non-linguistic universities. The World of Science without Borders. *Materialy 7-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchonykh*, 325-327.
- Haydarova, S. (2020). Teaching English with interesting activities. *The Scientific Heritage*, 4(55), 3-4.
- Karpova, T. A., Voskovskaya, A. S., Anyushenkova, O. N., Digtyar, O. Yu. & Bottiglierio, F. (2020). Establishing interdisciplinary logical connections at the non-linguistic higher school in the process of the foreign language teaching. *Espacios*, 41(11), 5.
- Kasatkina, K. A. (2019). Formation of intercultural competence in foreign language classes for students of non-linguistic specialties. *Povolzhskiy vestnik nauki*, 4 (14), 44-48. (In Russ., abstract in Eng.)
- Normatova, M. A. (2020). Use of modern innovative technologies in teaching English. *Economy and society*, 6(73), 174-176.
- Obukhova, L. Yu. (2021). Challenges of teaching English in a non-linguistic higher school. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 6 (91), 221-224. (In Russ., abstract in Eng.)
- Revyakina, A. I. (2019). Problems and prospects of the English language teaching in non-language higher education universities in Russia. *Mir pedagogiki i psikhologii*, 5(34), 64-73. (In Russ., abstract in Eng.)
- Urazova, M. R. (2020). Innovative technologies in teaching and studying English. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*, 5-6, 28-37. Retrieved from <https://doi.org/10.29013/AJH20-5.6-28-37>
- Xaytmuratova, S. (2019). Modern methods and innovation technologies of teaching foreign languages in the higher education. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 1(5), 63. Retrieved from <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss5/63>
- Romanov, V., Zhebratkina, I., Chivileva, I., Knyazkova, O., Stepanova, E. (2021). The binary English class at the agrarian university. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. International Conference on Language and Technology in the Interdisciplinary Paradigm (LATIP 2021)*. 796-802.

ПЕРСОНАЛИИ

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-87-99

УДК
378.12

ИЗВЕСТНЫЙ УЧЁНЫЙ-МАТЕМАТИК В ПРОВИНЦИАЛЬНОМ ГОРОДЕ ТАМБОВЕ (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА Н.В. АЗБЕЛЕВА)

Пучков Николай Петровичд.п.н., профессор
puchkov_matematika@mail.ru
г. ТамбовТамбовский государственный технический
университет

Аннотация. Николай Викторович Азбелев – советский и российский математик, автор порядка 200 работ в области дифференциальных уравнений. Волею судьбы с 1966 г. по 1975 год работал в Тамбовском институте химического машиностроения, создал научную школу по дифференциальным и интегральным неравенствам, разработал современную теорию функционально-дифференциальных уравнений, организовал постоянно действующий математический семинар всесоюзного значения, на практике доказал возможность превращения молодого провинциального технического вуза в научный центр математических исследований и фундаментальной подготовки педагогических кадров высшей квалификации. Явил собой образец талантливого учёного и педагога, умелого организатора и руководителя научной школы, энтузиаста и оптимиста не только для учёных, но и любой творчески мыслящей интеллигенции.

Ключевые слова: биография Н.В. Азбелева, теория функционально-дифференциальных уравнений, научный математический семинар, математическая подготовка в инженерном вузе, научно-педагогический коллектив вуза.



«Надо жить в провинциальном городе, заниматься наукой и создавать научные школы»

Н.В. Азбелев

Введение

История науки – это не просто хронология её достижений, это история жизни и деятельности её творцов, включающая не только профессиональную часть их деятельности,

но и те условия, которые ей сопутствовали и по этой причине являющиеся весьма значимыми для воспитания потомков, молодых учёных. Поэтому я хотел бы познакомить читателя с человеком, чья судьба может стать примером для современной молодёжи; это – Азбелев Николай Викторович. Его личность заинтересовала меня, преподавателя (уже на протяжении более 50 лет) кафедры высшей математики Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ), кафедры, созданной в 1965 году Н.В. Азбелевым, и, в дальнейшем, возглавляемой мною, его учеником, на протяжении 30 лет. Н.В. Азбелев – первый доктор наук молодого в те годы, вернее только что открытого, Тамбовского института химического машиностроения (ТИХМа), (предшественника ТГТУ), внесший огромный вклад в его становление, давший ощутимый толчок в развитие его научных достижений, подготовке научно-педагогических кадров, в развитие математического образования на Тамбовщине. Поэтому объяснимо наше желание открыть этого учёного как личность, разглядеть его представления о достижении жизненного успеха, пути к нему, понять, какую значимую роль может сыграть учёный-математик как в жизни как отдельно взятого провинциального вуза, так и целого региона.

Материал статьи построен на основе личных воспоминаний автора о встречах с Николаем Викторовичем в городе Тамбове, биографических сведениях из опубликованных источников (Избранные труды, 2012), воспоминаниях его учеников и коллег, а также из материалов личной с ним переписки в период его работы в Перми и касаются не только тамбовского периода его жизнедеятельности, хотя именно этот период, на наш взгляд, является наиболее продуктивным. В разные годы у меня были и другие публикации, посвящённые моему учителю, но меня постоянно преследует мысль, что они недостаточно освещают жизнь этого замечательного человека и, поэтому, требуют продолжений, демонстрации различных сторон его многогранной жизнедеятельности. Страницы биографии Николая Викторовича «листали» многие авторы, делать это было просто по той простой причине, что он сам создал великолепный семейный архив за несколько столетий и разместил его на хранение в Пушкинском доме в Санкт-Петербурге. Тем не менее, я позволю себе небольшой экскурс в его биографию, чтобы у читателя было более целостное представление об этом человеке.

Страницы биографии

Николай Викторович Азбелев родился 15 апреля 1922 года в селе Базлово Великолукского района Псковской губернии, его отец Виктор Николаевич Азбелев (1881–1963) окончил Военно-медицинскую академию в Петербурге, был военным врачом, а затем – профессор, директор полярного института бактериологии в Архангельске. Его жена – мать Николая Викторовича – Хлебникова Антонина Фёдоровна (1891–1982) окончила в Петербурге высшие женские курсы, училась у знаменитого ботаника Комарова, затем сотрудничала с ним. Мне посчастливилось видеть Антонину Фёдоровну в городе Москве в начале 1970-х годов, когда по просьбе Николая Викторовича посещал её квартиру в «сталинке» около метро «Сокол». Входя в эту квартиру, общаясь с её хозяйкой, я ощущал обстановку старой дореволюционной интеллигенции, которую видел только в фильмах или в литературных произведениях, после чего уже не оставалось вопросов по «культурному облику» моего учителя.

В 1941 году Николай Викторович поступил на механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, но уже через два года пошёл воевать рядовым бойцом Красной армии. В 1944 году был контужен и демобилизован. В силу личных обстоятельств он не смог продолжить обучение в МГУ, а пошёл работать конструктором в бюро академика Микулина в Москве, поступив одновременно на заочное отделение Московского авиационного института.

Интерес к науке и технике у Н.В. Азбелева проявился ещё в подростковом возрасте (обучаясь в средней школе, он активно занимался в авиамodelьном кружке и даже побеждал на конкурсах), но инженерная работа не позволяла ему реализовать свои творческие способности и он в 1951 году поступил в аспирантуру при кафедре математики Московского станко-инструментального института. В 1954 году Н.В. Азбелев защитил кандидатскую

диссертацию, решив проблему Чаплыгина-Лузина о границе применимости теоремы о дифференциальном неравенстве. Получив предложение на работу в ижевский механический институт, он переехал в Ижевск. Не представляя себя вне науки, он уже через месяц после приезда организовал работу математического семинара по теме своей диссертационной работы. Постоянными участниками семинара стали около 30 математиков и инженеров города Ижевска, нуждающихся в прикладных знаниях по математике.

Среди участников семинара оказалась выпускница Казанского университета Лина Фазыловна Рахматуллина, которая вскоре стала женой Н.В. Азбелева. Молодожёны по известным только им причинам решили сменить место жительства. Вообще у Азбелева было кредо «надо жить в провинции (он считал себя москвичом), заниматься научной работой и создавать научные школы». Это кредо, в общем-то и подтолкнуло меня к написанию этой статьи, в особенности, когда стал сотрудничать с Елецким государственным университетом имени И.А. Бунина, ощутив, что маленький город Елец (даже по сравнению с Тамбовом) – идеальное место для научной работы по математике, особенно сейчас, в условиях, когда можно дистанционно получать научную информацию из любых частей света. Внимание молодожёнов привлек г. Тамбов, где в 1965 году открыли Тамбовский институт химического машиностроения и ректор, который искал преподавателей для укрепления фундаментального блока учебных дисциплин, и, поэтому, первыми профессорами стали: математик Н.В. Азбелев, физик В.М. Финкель и химик Н.В. Полянский. Кстати, профильные доктора технических наук, которых в настоящее время в техническом университете около 50, в большинстве своём, вышли из первых выпускников института, получив качественное по тем меркам фундаментальное образование.



Рис.1. Учебный корпус на ул. Ленинградской, г. Тамбова, где базировалась кафедра высшей математики Тамбовского института химического машиностроения и где проходили заседания тамбовского математического семинара под руководством Н.В. Азбелева (Фото 2022 года)

К моменту переезда в Тамбов Н.В. Азбелев уже защитил в 1962 году в Казанском университете докторскую диссертацию, посвящённую теории дифференциальных неравенств; в 1964 году – утверждён в учёном звании профессора.

В апреле 1966 года была официально образована кафедра высшей математики Тамбовского института химического машиностроения и Николай Викторович Азбелев стал

её заведующим. Следуя своим научным принципам, он сразу же организовал Тамбовский математический семинар, в работе которого могли принять участие преподаватели двух тамбовских вузов, трёх военных училищ, учителя математики средних школ и средних профессиональных училищ г. Тамбова и вообще представители технической интеллигенции, интересующиеся математикой. Не секрет, что многие из них тешили себя мыслью поступить в аспирантуру и защитить диссертацию. На первых порах семинар посещали все желающие, так как хотели увидеть «живого профессора математики», первого и единственного в области. Для молодых участников семинара удивительно было то, что среди его слушателей были солидные по возрасту люди, годившиеся им в учителя, но по поведению от них не отличавшиеся. В дальнейшем любителей просто посмотреть стало меньше и сформировалось интеллектуальное ядро. Кстати, слово «ядро» воскрешает во мне шутливо-радостное воспоминание. Дело в том, что после начала работы математического семинара преподаватели математики тамбовского пединститута, студентом которого я являлся, рекомендовали нам посетить семинар и послушать выступление профессора Азбелева, что мы и сделали. Лекция посвящалась интегральным уравнениям, с которыми мы пока не были знакомы. Запомнилось только понятие «ядро». Дело в том, что Николай Викторович часто произносил фразу «Возьмём ядро....» и одновременно для записей на доске брал со стола кусочек мела, имеющего форму ядра. Поэтому в нашем сознании естественно создавалась шутливая ассоциация. Далее наши походы «на Азбелева» стали носить более избирательный характер, а после окончания пединститута, получив направление в аспирантуру, я твёрдо решил пойти работать и учиться дальше в ТИХМ.

Математический семинар в городе Тамбове

Семинар уделял много внимания методам решения дифференциальных уравнений, и по сути являлся рассадником новых идей. Логика их развития привела к единой теории широкого класса уравнений. Кроме официального, вузовского семинара на квартире Н.В. Азбелева, как в прочем это было и в Ижевске, в свободной обстановке проходили встречи любителей математики; говорили о возможностях и роли математики в современном мире, в технике. На двери его квартиры висела табличка с надписью «Вход и выход – свободные». Автор этих строк помнит случаи, когда семинар собирался экстренно (и даже ночью) в квартире Николая Викторовича, если кто-то из его участников обнаруживал интересный результат, требующий, на его взгляд, немедленного обсуждения. Сам, Николай Викторович, был «совой», поэтому предпочитал учебные занятия со студентами вечернего отделения и аспирантами. Часто экспериментировал с вечерниками, стремясь преподавать высшую математику «на пальцах», но при этом не нарушать её основные принципы. К сожалению, а может естественно, этот эксперимент не увенчался успехом и не имел продолжений.

Творческая атмосфера заседаний математического семинара стала распространяться по всему вузу: для привлечения студентов к научной работе при кафедре математики были организованы различные семинары-спутники. Для первокурсников они посвящались математическому анализу и истории математики, для второкурсников – вопросам математической физики, для старшекурсников – теории управления, в частности оптимального управления, где участвовали как преподаватели математики, так и профилирующей кафедры автоматизации. Таким образом готовился контингент будущих аспирантов для только что открытой в молодом вузе аспирантуры. Первое время аспирантами были приехавшие из Перми, но уже к началу 1970-х стали доминировать тамбовские.

Помимо углубленного математического образования для студентов, Н.В. Азбелев инициировал создание математических классов в средних школах №6 и №29 города Тамбова. Среди известных в стране учёных, закончивших эти школы в условиях углубленного изучения математики, были: президент РАН, академик Геннадий Яковлевич Красников, академик РАН Юрий Михайлович Милёхин, академик РАН Игорь Анатольевич Соколов, доктора физико-математических наук профессора МГУ им. М.В. Ломоносова:

Виктор Валентинович Власов (сын первого ректора ТИХМа В.В. Власова) и Владимир Евгеньевич Подольский (кстати, сын первого секретаря Тамбовского обкома КПСС, но не времён Н.В. Азбелева, Е.М. Подольского, который очень гордился, что один из его сыновей-математик, который вырастил внука-математика).



Рис.2. «Обкомовский дом на Советской» – центральной улице Тамбова, где в 1965-1974 г.г. проживал Н.В. Азбелев и где в свободном режиме проходили «домашние математические семинары» (Фото 2022 г.)



Рис.3. Школа № 29 г. Тамбова (математический лицей), где впервые в Тамбове при поддержке Н.В. Азбелева были организованы математические классы, выпускниками которых были академики Красников Г.Я., Соколов И.А., Милёхин Ю.М.

Подавляющее большинство преподавателей математики обоих тамбовских вузов также выпускники этих школ. Математические классы в названных выше школах явились примером для создания аналогичных классов в других школах Тамбова и области. Так выпускник школы №6 и МГУ им. М.В. Ломоносова Алексей Михайлович Кузьмин (1956–2010) основал в Тамбове физико-математический лицей №14, носящий сейчас его имя, выпускники которого стабильно ежегодно поступают на физико-математические факультеты ведущих вузов страны, входят в число призёров всесоюзных математических олимпиад.



Рис. 4. Выступает участник семинара Иван Тариелович Кигурадзе, д-р ф.-м. наук, профессор, член-корреспондент АН Грузинской ССР, в настоящее время – академик НАН Грузии, директор Тбилисского математического института

Благодаря научному семинару, ТИХМ становится серьезным научным центром, привлекавшим диссертантов и известных ученых, таких как М.М. Вайнберг, Ю.К. Ландо, И.Т. Кигурадзе, А.Д. Мышкис и А.И. Перов. Семинар превратился во Всесоюзный центр по изучению уравнений с отклоняющимся аргументом. Результаты исследований семинара публиковались в «Докладах Академии наук СССР», всесоюзном журнале «Дифференциальные уравнения», заместителем главного редактора которого был Н.В. Азбелев, чем мы очень гордились, и «Трудах ТИХМа». Следует отметить, что Николай Викторович был очень принципиальным, строгим редактором научных статей, что я отчетливо испытал на себе. Но он научил всех нас, его учеников, писать научные статьи, а администрацию вуза – издавать научные журналы и сборники. Большим разочарованием для его учеников была ситуация, когда он из объемной аспирантской статьи делал «один абзац». В ответ на такое «сжатие» будущие учёные ныли, что «так мы никогда не напишем диссертацию», полагая, что это целая книга. Николай Викторович обычно отвечал «А вот я смог» и показывал автореферат своей докторской диссертации, напечатанный на двух страницах, показывал его в сравнении с авторефератом кандидатской диссертации, более объемным, и говорил: «Вот мой прогресс». Ещё одним показателем уникальности математической мысли была демонстрация им появившейся в то время теоремы Атьи-Дитриха об индексе, очень компактной по формулировке, но очень объемной по значимости. Семинар оказался в центре вопросов, так или иначе касавшихся преподавания математики в городе и использования её приложений. Связанные с выполнением военных заказов и потому быстро развивающиеся химическая и радиотехническая промышленности города ставили перед инженерным составом предприятий многочисленные вопросы, выходившие за рамки вузовских знаний, и требовали их немедленного решения, принятия ответственности коллективного уровня, что вырабатывалось на семинарах. Хотя основная тематика семинара была посвящена дифференциальным уравнениям и неравенствам, на заседаниях заслушивались и доклады по другим вопросам, связанным с приложениями. Рост числа участников семинара говорил о его востребованности в городе.

Результаты исследований Тамбовского семинара систематизированы в монографии (Азбелев, 2002). Познакомившись с ними, можно глубоко ощутить их многогранность и значимость. Говоря о семинаре, нельзя не отметить роль его руководителя, те его качества, которые обеспечивали успешную работу.

По моим личным воспоминаниям, Н.В. Азбелев выделялся не только как талантливый математик, но и как учитель-педагог, направляющий работу своих учеников на желаемый результат, достойный одобрения коллег, и инициировал, таким образом, их дружелюбную соревновательность при сохранении личной целеустремлённости. При этом он не заставлял заниматься конкретной задачей, но активно помогал решать задачи, выбранные самим аспирантом. Такая свобода распространялась и на выбор защитившегося аспиранта места работы: многие уезжали в другие города, переходили в другие вузы, сохраняли тёплые дружеские связи со своим учителем, при малейшей возможности навещали Тамбов и азбелевский математический семинар. Если посмотреть публикации Николая Викторовича, то среди них сравнительно мало публикаций с аспирантами, он придерживался мнения, что его консультирование не должно являться основанием для включения в число авторов, а отсутствие его фамилии существенно повышает научный авторитет и ответственность его учеников.

Результаты научного семинара оперативно докладывались на научных конференциях в самых различных городах и вузах Советского Союза. При этом ТИХМ старался быть самым гостеприимным. Ежегодные зимние (во время студенческих каникул) конференции по проблемам функционально-дифференциальных уравнений привлекали в Тамбов более сотни участников со всех концов страны, по сути это были Всесоюзные конференции. До настоящего времени слово «Тамбов» ассоциируется у многих математиков прежнего Советского Союза с фамилией «Азбелев». На рис. 6 показан одной из жарких дискуссий математической конференции.



Рис.5. Преподаватели кафедры высшей математики ТИХМа: Н.В. Азбелев, Л.Ф. Рахматуллина, Г.И. Юткин, И.И. Кобяков.

К большому сожалению для тамбовцев работа Семинара прекратилась в 1975 году. Этому предшествовали события явно не научного характера: у профессора Азбелева возник конфликт с секретарём Тамбовского обкома КПСС, которому не понравилось свободомыслие и самостоятельность в действиях учёного. Никаких условий для плодотворной работы, как и для простого проживания в г. Тамбове не стало. Надо было уезжать. Тамбовский семинар на некоторое время «погас», но семя математики выжило и в начале 1990-х семинар «воскрес» благодаря ставшему доктором физико-математических наук ученику Николая Викторовича профессору Александру Ивановичу Булгакову, а после его трагической гибели в 2013 г. – также ученику (и Азбелева и Булгакова) д.ф.-м.н., профессору Евгению Семёновичу Жуковскому, который, будучи студентом ТИХМа в 1976

году переехал на учёбу в Пермь к своему учителю Н.В. Азбелеву. Сейчас семинар действует при Тамбовском государственном университете им. Г.Р. Державина (где работает Е.С. Жуковский) и является организатором регулярно проводимых международных «Колмогоровских чтений» (в честь уроженца г. Тамбова академика А.Н. Колмогорова).

С 1975 года Н.В. Азбелев возглавил вновь организованную кафедру «Математический анализ» Пермского политехнического института. Кафедру составили, в основном, тамбовские ученики Николая Викторовича. Исследования Тамбовского семинара продолжил Пермский семинар, который вскоре превратился в своего рода вольный (на общественных началах) научно-исследовательский институт, сотрудниками которого были аспиранты, докторанты и стажёры кафедры. Семинар стал всесоюзным центром исследований по функционально-дифференциальным уравнениям, издавал ежегодные сборники научных работ «Краевые задачи» и «Функционально-дифференциальные уравнения», проводил конференции, ставшие фактически всесоюзными. В Перми под руководством Николая Викторовича подготовлено 7 докторских и около 50 кандидатских диссертаций. Со своими сотрудниками В.П. Максимовым, Л.Ф. Рахматуллиной и П.М. Симоновым им написано семь монографий, в том числе три на английском языке, изданы за границей. Н.В. Азбелев был членом редколлегии академического журнала «Известия РАЕН. Дифференциальные уравнения», а также журнала «Functional Differential Equations», издаваемого в Израиле, международных журналов «Nonlinear Dynamics and Systems Theory» и «Memoirs on Differential Equations and Mathematical Physics».



Рис.6. Одна из последних фотографий Н.В. Азбелева со своими коллегами в г. Перми

Николай Викторович Азбелев ушёл из жизни 4 ноября 2006 года. Скоропостижная смерть известного математика стала трагической утратой в жизни всех его учеников, друзей, знакомых и всего математического сообщества. Соболезнования поступали со всех уголков планеты. Более подробно страницы биографии Н.В. Азбелева, касающиеся его нематематических интересов, раскрыты в публикации (Пучков, 2022).

Научная работа и ученики

Основные научные работы Н.В. Азбелева сконцентрированы по темам: интегральные и дифференциальные неравенства, приближённые методы, общая теория функционально-дифференциальных уравнений, осцилляционные свойства решений, устойчивость решений с последствием, сингулярные задачи и вариационные задачи. Также им написаны представляющие особый научный и образовательный интерес обзорные статьи. Список

опубликованных научных работ Н.В. Азбелева насчитывает порядка 200 наименований, из них – 30 изданы на иностранных языках. Благодарные ученики издали в 2012 году к 90-летию со дня рождения Н.В. Азбелева книгу (Избранные труды, 2012), поэтому некоторые ссылки в данной статье на его работы – это ссылки на эту книгу с указанием страниц.

Печатные научные работы Н.В. Азбелева впервые появились в середине 1950-х годов и посвящались исследованию проблем, связанных с использованием интегральных и дифференциальных неравенств.

Дело в том, что центральным пунктом аналитических методов исследования вопросов качественной теории дифференциальных уравнений является проблема оценки решения уравнения. В разрешении этой проблемы основную роль играют теоремы типа теорем об интегральных и дифференциальных неравенствах (Чаплыгин, 1950). В 1919 году известный учёный-математик С.А. Чаплыгин предложил аппроксимировать искомое решение Y обыкновенного дифференциального уравнения двумя функциями Z_+ и Z_- , которые удовлетворяли бы неравенствам $Z_- < Y < Z_+$. Построение приближённого решения в виде таких функций получило название *метода Чаплыгина*.

Оценки, полученные из теорем Чаплыгина, по словам таких известных в середине прошлого века математиков, как В.В. Немыцкий, М.А. Красносельский, С.Г. Крейн привели к значительным результатам в качественной теории уравнений и имели большие перспективы на будущее. Такие предположения заинтересовали и воодушевили начинающего учёного Н.В. Азбелева, и он полностью погрузился в эту работу, посвятив ей более 40 лет (первая работа опубликована в 1955 г., последняя – в 1995 г.). Он участвовал в публикации 13 работ в центральной научной печати по этой тематике, причём в четырёх из них – единолично, в остальных – с учениками-коллегами (З.Б. Цалюк, А.И. Домашницкий, Л.Ф. Рахматуллина). Наиболее систематически современная теория функционально-дифференциальных уравнений изложена в монографии (Азбелев, 2009). По тематике интегральных и дифференциальных неравенств было защищено под руководством Н.В. Азбелева более 15 диссертаций.

Вторым многолетним направлением научных исследований Н.В. Азбелева явилась теория функционально-дифференциальных уравнений. Первая научная статья совместно с М.П. Бердниковой и Л.Ф. Рахматуллиной (Азбелев, 1970) была опубликована в докладах АН СССР в 1970 году, последняя «Функционально-дифференциальные уравнения и их приложения» (Азбелев, 2009) в 2009 г. Это последняя статья Николая Викторовича, написанная им перед кончиной в 2006, году совместно со своими учениками.

Функционально-дифференциальные уравнения находят применение в математических моделях, которые предполагают, что определённое поведение или явление зависит как от настоящего, так и от прошлого состояния системы. Другими словами, прошлые события явно влияют на будущие результаты. Замечено, что роль некоторых классов функционально-дифференциальных уравнений возрастает в физике, экономике и биологии. Как отмечает Р. Беллман, их применение «пронизывает все ветви современных наук» (Беллман, 1967). Для многих функционально-дифференциальных уравнений доказательства утверждений о разрешимости, о единственности, продолжаемости и непрерывной зависимости решений проводятся по тем же схемам, что и для глубоко изученных обыкновенных дифференциальных уравнений. Таким образом, возникают общие для широких классов уравнений фундаментальные теории различных обобщений дифференциальных уравнений. Этим вопросам и посвятил себя Николай Викторович. Значимость своей работы он аргументировал тем, что «отдельные классы функционально-дифференциальных уравнений традиционно изучались вне связи друг с другом, хотя многие фундаментальные проблемы имеют одинаковое решение для этих классов. Большинство результатов исследований ФДУ носит изолированный характер, соответствующий различным определениям понятия решения и тем частным задачам, которым посвящены эти исследования» (Азбелев, 1970). Н.В. Азбелев в своей работе (Азбелев, 1994) показал, что достаточно общая картина свойств решений ФДУ начинает вырисовываться, если рассматривать это уравнение не в связи с

постановкой той или иной задачи, а как самостоятельный объект, как уравнение с непрерывным оператором F . Фундаментальные теоремы о таком обобщении обыкновенного дифференциального уравнения удаётся лаконично формулировать в классических терминах без специальных построений и введения новых понятий.



Рис. 7. Николай Викторович Азбелев докладывает свои научные результаты у доски с памятной табличкой

Формула $\dot{x}^* = Fx$ как символ сопровождала Н.В. Азбелева всё время его активной творческой деятельности и выписанная на отдельной табличке прикреплялась к лекционной доске (курсирующей с учёным по маршруту Ижевск-Тамбов-Пермь), когда он выступал с докладами на своих семинарах. Сама же табличка со временем «модернизировалась» и в конечном варианте была отчеканена в металле. Как отмечали слушатели Семинара, табличка производила на них магическое воздействие (рис. 8).

Ещё одним направлением научной деятельности Н.В. Азбелева было исследование дифференциальных уравнений с запаздыванием, уравнений, в которых производная неизвестной функции в определённый момент времени задаётся в терминах значений функции в предыдущие моменты времени. Эти уравнения также называют системами с последействием. Они интересны во многих научных областях и, в особенности, в области управления, где наиболее актуальны вопросы устойчивости решений дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Н.В. Азбелев в соавторстве со своими учениками Л.М. Березанским, А.В. Чистяковым и П.М. Симоновым опубликовали порядка десяти работ, в которых оформилась теория устойчивости линейных систем с последействием, известная в научной математической литературе как W-метод Азбелева (Азбелев, 2001). В задачах об устойчивости Н.В. Азбелев выделял диссертацию Л.Ф. Рахматуллиной, предложившей ряд оригинальных примеров в исследовании уравнений на устойчивость (оценка матрицы Коши треугольной системы, «лемма Рахматуллиной об интегральном неравенстве»).

Кроме того, научным коллективом, возглавляемым Н.В. Азбелевым, выполнен ряд значимых исследований, касающихся сингулярных задач теории функционально-дифференциальных уравнений (сингулярность — это точка, в которой данный математический объект не определён или перестаёт вести себя определённым образом, например, теряет свойство непрерывности). Учёные показали, что в рамках теории ФДУ к этим задачам возможно применение единого подхода, основанного на построении специального пространства решений, в котором данная сингулярная задача становится регулярной: к ней возможно применить стандартные приёмы и методы исследования ФДУ, в

частности возможность эффективной проверки условий разрешимости задач с использованием современной вычислительной техники. На научных семинарах школы Н.В. Азбелева прижилось понятие «регуляризация задачи», предполагающее построение соответствующего пространства решений. «Каждой семье к 2000 году – отдельную квартиру, а каждой задаче – своё пространство» – шутили математики-коллеги Николая Викторовича.

Идеи и методы современной теории ФДУ (обогащённые результатами деятельности научной школы Н.В. Азбелева) открывали новые возможности для решения вариационных задач, задач, связанных с вариацией функционалов, например, поиска функций, на которых заданный функционал достигает экстремального значения. Н.В. Азбелевым исследовались достаточные условия разрешимости такого рода задач (Азбелев, Бравый, 2001).

Заслуживают внимания работы научной школы Н.В. Азбелева по исследованию осцилляционных свойств решений дифференциальных уравнений (промежуток осцилляции – расстояние между смежными нулями решений), а также приближённых методов решения дифференциальных уравнений, включая методы оценки погрешности этих методов (Избранные труды, 2012, с. 179-199).

После перечисления этих результатов становится очевидным размах и глубина научных исследований учёного. Оставленное Николаем Викторовичем научное наследие питает и вдохновляет его многочисленных учеников и исследователей.

Значимость научных достижений Николая Викторовича дополняется результатами его научно-педагогической деятельности. Среди его учеников 11 докторов наук и 58 кандидатов физико-математических наук, многие из которых (например, Тонков Е.Л., Булгаков А.И., Жуковский Е.С.) самостоятельно стали докторами физико-математических наук, возглавили свои научные школы. География защит диссертаций, выполненных под руководством Н.В. Азбелева (Москва, Петербург (Ленинград), Екатеринбург (Свердловск), Казань, Ижевск, Пермь, Н. Новгород (Горький), Воронеж, Минск, Киев, Алма-Ата, Тбилиси, Баку, Бишкек (Фрунзе), Одесса, Львов, Новосибирск) охватывает практически всю промышленно развитую часть Советского Союза, а затем и России. Ещё шире круг привлекаемых к защитах официальных оппонентов и ведущих организаций. Это говорит о большом признании, авторитете Н.В. Азбелева среди учёных страны. Автор этих строк неоднократно пользовался повышенным к себе вниманием, после того, как собеседники узнавали, что он возглавляет ту же кафедру высшей математики в Тамбове, что и когда-то Николай Викторович.

Николай Викторович всегда поддерживал молодых математиков, щедро делился с ними своими идеями, искренне радовался их успехам, стремился не «затенять» их научные результаты своим присутствием. В этом плане заслуживает внимания и публицистическая деятельность профессора Н.В. Азбелева. За 60-ти летний период своей научной деятельности им (персонально и в соавторстве) опубликовано 9 книг и более 200 научных статей в центральной печати. Научные наработки были так значимы, что переиздавались ещё несколько лет после его ухода из жизни. Следует отметить, что Николай Викторович не стремился «увековечить себя» во всех работах, поэтому подавляющее большинство аспирантских работ, выполненных под его руководством, выходило в свет без его фамилии. Среди наиболее часто встречающихся соавторов были ему близкие по научному потенциалу коллеги, доктора наук, профессора Л.Ф. Рахматуллина, В.П. Максимов, З.В. Цалюк, П.М. Симонов.

Заключение

Провинциальному городу Тамбову в 60-е годы прошлого века крупно повезло: в его только что открытом техническом вузе появился математический семинар во главе с талантливым математиком доктором физико-математических наук, профессором Николаем Викторовичем Азбелевым, учёным, получившим прекрасное образование в столице, но мечтавшим жить в провинции и заниматься наукой. Семинар стал центром притяжения многих специалистов, желающих серьёзно заниматься математикой. Осознавая возрастающую роль математики в жизни общества, Н.В. Азбелев с дальновидной

прозорливостью закладывал фундамент подготовки будущих учёных-математиков. По его инициативе в институте химического машиностроения закладывается подготовка инженеров-математиков, открывается аспирантура. В городе Тамбове открываются первые математические классы (школа №6 и школа №29), выпускники которых, закончив престижные вузы страны, пополнили ряды российских академиков (Г.Я. Красников, И.А. Соколов, Ю.М. Милёхин).

Список достоинств Н.В. Азбелева очевиден для каждого из его учеников и единомышленников. Это: безусловный лидер, блестящий учёный и интеллектуал, выдающийся организатор, прекрасный учитель и педагог, чрезвычайно – успешный «рекрутер» в науку талантливой молодёжи, основатель математических школ нескольких городов и университетов, многогранный во многих сферах талантливый человек. Хочется верить, что и Вы, уважаемый читатель, не останетесь равнодушными, познакомившись с историей жизни этого человека, совершившего научный переворот в российской глубинке и породившего, целую плеяду последователей-учеников.

Практически все научные труды Н.В. Азбелева собраны в замечательной книге его коллег и учеников (Избранные труды, 2012), изданной в Ижевске в 2012 году в честь 90-летнего юбилея со дня рождения Учителя. Как наиболее значимые можно отметить (Азбелев, 1994; Азбелев, Симонов 2001; Азбелев, 2003; Азбелев, Максимов, Симонов, 2009).

Список литературы

- Азбелев Н.В., Бердникова М.П., Рахматуллина Л.Ф. Интегральные уравнения с отклоняющимся аргументом // Доклады АН СССР. 1970. Т. 192. №3. С.479-482.
- Азбелев Н.В. Современное состояние и тенденции развития теории функционально-дифференциальных уравнений // Известия вузов. Математика. 1994. №6. С. 8-19.
- Азбелев Н.В., Бравый Е.И., Гусаренко С.А. К вопросу об эффективности достаточных условий разрешимости вариационных задач // Доклады РАН. 2001. Т. 381. №2. С. 1-4.
- Азбелев Н.В., Симонов П.М. Устойчивость решений уравнений с обыкновенными производными. Пермь: Изд-во Пермского ун-таб 2001.
- Азбелев Н.В., Максимов В.П., Рахматуллина Л.Ф. Элементы современной теории дифференциальных уравнений. Методы и приложения. М. Институт компьютерных исследований, 2002.
- Азбелев Н.В. Как это было // Проблемы нелинейного анализа в инженерных системах. 2003. Т. 9. вып. 1(17). С. 22-39.
- Азбелев Н.В., Максимов В.П., Симонов П.М. Функционально-дифференциальные уравнения и их приложения // Вестник Уд.ГУ. Математика, механика, компьютерные исследования. Ижевск. УдГУ. 2009. №1. С. 3-23.
- Беллман Р, Кук К. Дифференциально-разностные уравнения. М.: Мир, 1967.
- Избранные труды Н.В. Азбелева / Отв. ред. В.П. Максимов, Л.Ф. Рахматуллина. Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2012.
- Пучков Н.П. Научно-образовательная школа профессора Н.В. Азбелева (к 100-летию со дня рождения) // Вопросы современной науки и техники. Университет им. В.И. Вернадского. 2022. №1(83). С.140-168.
- Чаплыгин С.А. Новый метод приближённого интегрирования дифференциальных уравнений. М., 1950.

FAMOUS MATHEMATICAL SCIENTIST IN THE PROVINCIAL CITY TAMBOV (ON THE 100TH ANNIVERSARY THE BIRTH, PROFESSOR N.V. AZBELEV).

Puchkov N. P.

Dr. Sci. (Pedagogy), professor
puchkov_matematika@mail.ru
Tambov

Tambov State Technical University

Abstract. Nikolai Viktorovich Azbelev is a Soviet and Russian mathematician, author about 200 papers in the field differential equations. By the will fate, from 1966 to 1975 he worked at the Tambov Institute Chemical Engineering, created a scientific school on differential and integral inequalities, developed a modern theory functional-differential equations, organized a permanent mathematical seminar all-Union significance, in practice proved the possibility transforming a young provincial technical university to the Scientific Center for Mathematical Research and Fundamental Training Highly Qualified Teaching Staff. He was an example a talented scientist and teacher, a skilled organizer and leader a scientific school, an enthusiast and an optimist not only for scientists, but also for any creatively thinking intelligentsia.

Keywords: Azbelev biography, theory functional-differential equations, scientific mathematical seminar, mathematical training in an engineering university, scientific and pedagogical staff of the university.

References

- Azbelev, N. V., Berdnikova, M. P., Rakhmatullina, L. F. (1970). Integral'nye uravneniya s otklonyayushchimsya argumentum. *Doklady AN SSSR*, 192(3), 479-482.
- Azbelev, N. V. (1994). Sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya teorii funktsional'no-differentsial'nykh uravnenij. *Izvestiya vuzov. Matematika*, 6, 8-19.
- Azbelev, N. V., Bravy, E. I., Gusarenko, S. A. (2001). K voprosu ob effektivnosti dostatochnykh uslovij razreshimosti variatsionnykh zadach. *Doklady RAN*, 381(2), 1-4.
- Azbelev, N. V., Simonov, P. M. (2001). *Ustojchivost' reshenij uravnenij s obyknovennymi proizvodnymi*. Perm. (In Russ)
- Azbelev, N. V., Maksimov, V. P., Rakhmatullina, L. F. (2002). *Elementy sovremennoj teorii differentsial'nykh uravnenij. Metody i prilozheniya*. Moscow: Institute Computer Research. (In Russ)
- Azbelev, N. V. (2003). Kak eto bylo. *Problemy nelineynogo analiza v inzhenernykh sistemakh*, 9, Vol. 1(17), 22-39.
- Azbelev, N. V., Maksimov, V. P., Simonov, P. M. (2009). Funktsional'no-differentsial'nye uravneniya i ih prilozheniya. *Vestnik Ud.GU. Matematika, mekhanika, komp'yuternyye issledovaniya*. Izhevsk, 1, 3-23. (In Russ., abstract in Eng.)
- Bellman, R., Cook, K. (1967). *Differentsial'no-raznostnye uravneniya*. Moscow: Mir. (In Russ)
- Chaplygin, S. A. (1950). *Novyj metod priblizhyonno go integrirovaniya differentsial'nykh uravnenij*. Moscow.
- Puchkov, N. P. (2022). Scientific and educational school professor N.V. Azbeleva (to the 100th anniversary his birth). *Voprosy sovremennoy nauki i tekhniki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 1(83), 140-168. (In Russ., abstract in Eng.)
- Selected works of N.V. Azbelev. Responsible. ed. V. P. Maksimov, L. F. Rakhmatullina (2012). Izhevsk: Izhevsk Institute Computer Research.

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-100-111

УДК
378.12

**ЛЕВ ДМИТРИЕВИЧ КУДРЯВЦЕВ И
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СОВЕТ ПО МАТЕМАТИКЕ
МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Розанова Светлана Алексеевна
д.п.н., профессор
srozanova@mail.ru
г. Москва

Ягола Анатолий Григорьевич
д.ф.-м.н., профессор
yagola@physics.msu.ru
г. Москва

МИРЭА – Российский технологический
университет

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова

Аннотация. 25 марта 2023 года исполняется 100 лет со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук, профессора Л.Д. Кудрявцева. Статья посвящается наиболее ярким периодам деятельности Льва Дмитриевича Кудрявцева в Научно-методическом совете по математике Минобрнауки России (НМС), одному из основных руководителей этого совета, отдавшему ему значительную часть своего жизненного пути и творческой, организационной работы. В работе над статьей авторам очень помогли консультации и советы, данные в свое время безвременно ушедшим в мир иной профессором МЭИ, активным членом НМС по математике Андреем Игоревичем Кирилловым (1949–2021). Светлая память им обоим и благодарность авторов.

Ключевые слова: Лев Дмитриевич Кудрявцев, учёный, математик, научно-методический совет по математике.

1. Л.Д. Кудрявцев – председатель секции технических, экономических и сельскохозяйственных вузов НМС по математике Минвуза СССР (с 70-х гг. по 1999 г.)

Лев Дмитриевич много десятилетий руководил кафедрой высшей математики МФТИ. За это время он сформировал ее как совершенно уникальный коллектив талантливых преподавателей. Их опыт во многих отношениях мог служить примером того, как надлежит преподавать математику в вузе. «Адаптацией опыта МФТИ к условиям других вузов и его распространением занималась секция технических, экономических и сельскохозяйственных вузов НМС по математике. Лев Дмитриевич много лет был ее председателем. В течение всего этого времени Лев Дмитриевич и его единомышленник Станислав Иванович Похожаев успешно руководили совершенствованием математического образования в нашей стране. В этой деятельности активно участвовали заведующие математическими кафедрами и опытные преподаватели многих вузов СССР» (Розанова, 2016).

Результатами этой деятельности стали:

1. *Две программы курса высшей математики*, рассчитанные на 450 и 510 часов аудиторных занятий. Их роль очень важна, потому что в них были определены специалистами и утверждены Минвузом СССР уровни математической подготовки и количество аудиторных занятий, необходимых для их реализации. С тех пор стало возможным утверждать, что если в учебных планах вуза на изучение математики отведено меньше времени, чем в программах, то подготовка специалистов в этом вузе не отвечает требованиям, заложенным в программах, и нужно принимать меры к ее улучшению. Новым в программах было и то, что они предусматривали выполнение студентами, так называемых, типовых расчетов.

Использование термина «Типовой расчет» в преподавании математики представляется несколько странным. Суть нововведения точнее отражал бы термин «Индивидуальное задание». Но индивидуальные задания учебными планами не предусматривались, а типовые расчеты включить в учебный план было возможно. Именно этим и объясняется, что в программах индивидуальные задания назывались типовыми расчетами.

Каждый студент знал, что ему придется самостоятельно выполнить типовой расчет, поскольку списать его, в силу индивидуальности задания, было не у кого. Поэтому типовые расчеты побуждали студентов внимательнее слушать лекции и активнее участвовать в практических занятиях. К тому же, прием результатов типовых расчетов происходил поэтапно, что способствовало постепенности изучения математики в течение семестра.

«По мере того, как проверка типовых расчетов стала учитываться при определении учебной нагрузки преподавателей, математические кафедры расширяли свои штаты. Соответственно снижалось количество аудиторных занятий, проводимых преподавателем в неделю. Так, до внедрения в 1972 г. типовых расчетов на кафедры высшей математики МЭИ ее ассистент проводил 12-13 занятий в неделю, а после – 7-8. Условия труда преподавателей заметно приблизились к тем, в которых работали их коллеги с выпускающих кафедр. Высвободилось время на научные исследования и на повышение квалификации» (Розанова, 2016). В итоге должность преподавателя математики в МЭИ и других подобных вузах стала привлекать выпускников аспирантуры. Прежде формальные конкурсы на замещение вакантных должностей стали во многом реальными. Квалификация преподавателей математики начала повышаться и в среднем, и у каждого из них в отдельности.

Тогда же стало ясно, что составлять хорошие программы и издавать соответствующие им учебные пособия недостаточно. Нужно еще, чтобы эти плоды научно-методической деятельности внедрялись в практику преподавания математики. А для этого требовались соответствующие учебные планы.

2. *Учебные планы – базовые документы.* Для каждого семестра они определяют количество часов, отведенных на преподавание каждой учебной дисциплины, виды занятий (лекции, практические занятия, лабораторные работы), количество часов и виды самостоятельной работы студентов (типовые расчеты, курсовые работы), формы контроля (зачеты, коллоквиумы и экзамены). Очень важно, что от количества часов, отведенных в учебном плане на преподавание дисциплины, зависит численность сотрудников соответствующей кафедры и их учебная нагрузка. От этой нагрузки в свою очередь зависит, сколько времени имеют преподаватели на научные исследования и повышение своей квалификации. Неудивительно, что почти во всех вузах кафедры боролись за то, чтобы на их дисциплины в учебном плане было выделено как можно больше часов.

В этой борьбе преимущественное положение имели выпускающие кафедры, поскольку именно они составляли учебные планы. Получалось, что сотрудники этих кафедр нормировали подготовку не только по своим специальным дисциплинам, но и по иностранным языкам, обществознанию, математике, физике и всем другим не только базовым, но и общетехническим дисциплинам. А ведь в таких дисциплинах эти сотрудники не разбирались. Да им этого и не требовалось. Главное – вписать в учебный план больше часов на преподавание своих дисциплин, а как пойдет преподавание других – не важно. Лишь субъективные факторы, из которых важнейшими были авторитеты заведующих кафедрами базовых дисциплин, оберегали от того, что базовая подготовка в наших вузах не свелась к рудиментарной.

3. *Централизованное регламентирование базовой подготовки студентов по математике.* Руководство высшей школой СССР было озабочено ненадлежащим уровнем базовой подготовки выпускников вузов. Многим было понятно, что причина этого кроется в ориентации образования на чрезмерную специализацию. Студенты находили работу уже после 3-4 курсов и прогуливали занятия на 5 и 6 курсах, т.е. именно те занятия, которые были предназначены для профессиональной подготовки. Иначе говоря, эта подготовка многим студентам не была нужна. Они ее получали на своих рабочих местах и на курсах, на которые их посылали фирмы. Иными словами, явочным порядком в стране начала реализовываться

система непрерывного образования и, так называемых, корпоративных университетов, что, как показало время, является весьма прогрессивным явлением.

Но Минвуз СССР не знал, как он может руководить базовой подготовкой студентов, поскольку тогда существовало свыше 300 её вариантов.

В секции технических, экономических и сельскохозяйственных вузов НМС по математике Минвуза СССР сложилось мнение, что базовая подготовка не может иметь так много действительно различных вариантов.

Лев Дмитриевич активно поддержал инициативу Андрея Игоревича Кириллова и Александра Ивановича Плиса разобраться, сколько их нужно на самом деле. Сотрудник Минвуза СССР Герман Викторович Арсеньев предоставил учебные планы по всем специальностям. Их компьютерный анализ был сделан на кафедре высшей математики МЭИ. Выяснилось, что существует не более 35 действительно различных вариантов. Это означало, что Минвузу СССР по силам централизованно регламентировать базовую подготовку студентов во всех вузах страны. Предстояло убедить в этом министра высшего и среднего специального образования СССР Геннадия Алексеевича Ягодина.

Нужна была поддержка сотрудников Учебно-методического управления Минвуза. В нем работу секции курировал Владимир Алексеевич Артемьев. Его пониманию задач, стоящих перед НМС, а также замечательным качествам его личности мы весьма обязаны тем, что в те годы удалось так много сделать для совершенствования математического образования. Например, Лев Дмитриевич и другие члены НМС придавали очень большое значение выездным расширенным заседаниям секций. Но почему вузы должны были командировать своих преподавателей для участия в работе этих заседаний? И вообще, каков был их статус, какова авторитетность принятых на них рекомендаций? В.А. Артемьев предложил *включать такие заседания в ежегодные планы мероприятий Минвуза* и в соответствии с этими планами издавать приказы об их проведении. Отдельная строка в этих приказах обязывала вузы командировать своих сотрудников, получивших приглашения от НМС. Мы стали действовать по предложенному В.А. Артемьевым правилу, и все проблемы были устранены. Очень большой вклад в организацию этих выездных заседаний внес ученый секретарь секции НМС Леонид Антонович Кузнецов.

5 марта 1988 г. Министерство просвещения СССР, министерство высшего и среднего специального образования СССР и Государственный Комитет СССР по профессионально-техническому образованию были расформированы. На их базе был создан Государственный Комитет СССР по народному образованию во главе с Г.А. Ягодиным. В.А. Артемьев, А.И. Кириллов и А.И. Плис стали готовить встречу Л.Д. Кудрявцева и С.И. Похожаева с заместителями Начальника Учебно-методического управления Госкомитета Юрием Геннадьевичем Татуром и Вячеславом Васильевичем Хрониным. В это же время Ю.Г. Татур активно взаимодействовал с секцией «Новые методы и технические средства обучения», входящей в структуру секции Л.Д. Кудрявцева (таких подразделений было несколько и обозначались они как секции). Руководили этой новой секцией ее председатель Александр Васильевич Ефимов и заместитель председателя Светлана Алексеевна Розанова. По заданию Ю.Г. Татура были созданы три тома фоллий по преподаванию математики в вузах различного профиля. В эти тома вошли лучшие фоллии, отобранные в результате конкурсов, организованных этой секцией. Особо следует отметить работы авторов: Ивана Ивановича Мамаева (г. Ставрополь), Алексея Ивановича Марусича (г. Фрунзе), Владимира Анатольевича Карасева (г. Москва). Это было начало активной работы секции.

Выше обозначенная встреча состоялась в кабинете В.В. Хролина осенью 1988 г. Лев Дмитриевич изложил суть предложения секции НМС по учебным планам и продемонстрировал диаграммы. После короткого обсуждения В.В. Хронин спросил: «Значит, мы можем застолбить в учебных планах все, что относится к базовой подготовке, а УМО будут заполнять только оставшиеся позиции?». Ответом было, естественно, одно слово: «Да». Ю.Г. Татур и В.В. Хронин согласились поддержать нашу инициативу. После этого нужно было, чтобы Л.Д. Кудрявцев и С.И. Похожаев, встретились с начальником Учебно-

методического управления В.Н. Афанасьевым, чтобы получить его поручение готовить встречу руководителей всех НМС не только по математике, но и по другим дисциплинам, с министром Г.А. Ягодиным.

Встреча была намечена на 22 декабря 1988 г. В тот день заканчивал свою работу Всесоюзный съезд работников народного образования, проходивший в Москве с 14 по 22 декабря 1988 г. В.Н. Афанасьев участвовал в работе съезда. Он опаздывал на встречу, сообщил об этом по телефону, извинился и попросил, чтобы его дождались, если можно. Было решено, чтобы Кириллов и Плис остались ждать. Афанасьев приехал уже после конца рабочего дня. Он был впечатлен обилием и разнообразием, мягко говоря, странных суждений, которые он услышал на съезде (его стенограмма опубликована). Особенно его поразило, что делегаты в перерывах между заседаниями поют песни и устраивают хороводы. На съезде руководство Госкомитета встретилось с новыми для него людьми, преимущественно, учителями. Их заботами Госкомитету предстояло заниматься все имевшееся у него время. Проблемы высшей школы стремительно отодвигались на задний план. К счастью, В.Н. Афанасьев, возможно, еще не полностью осознал это и поручил ответственным от секции Кириллову и Плису готовить встречу председателей всех НМС с Г.А. Ягодиным.

Эта встреча состоялась гораздо позже, чем предполагалось, по ряду причин. В частности, некоторым НМС требовалось время, чтобы к ней подготовиться, руководство Госкомитета было очень занято проблемами средней школы, да и политическая обстановка в стране не способствовала принятию стратегических решений в области образования.

27 ноября 1991 г. Госкомитет СССР по народному образованию был преобразован в Комитет СССР по образованию, который после Беловежского соглашения (8.12.1991) был упразднен 10 декабря 1991 г. и на его базе был создан Межгосударственный совет по образованию, ликвидированный 26 декабря 1991 г.

По приказу Комитета по высшей школе от 27.03.1992 № 13 в марте 1992 года состоялось совещание по вопросам естественнонаучного образования. В нём участвовали председатели всех НМС или их представители. Вел совещание председатель Комитета по высшей школе Министерства науки, высшей школы и технической политики РФ Владимир Георгиевич Кинелев.

НМС по математике представлял Лев Дмитриевич. В своем выступлении он изложил суть нашего предложения о централизованном регламентировании базовой подготовки студентов. Эти предложения, конечно, уже были известны В.Г. Кинелеву. В своем выступлении он развил их, соединив с идеями Госкомитета о двухуровневой системе высшего образования. Совещание выявило поразительное единодушие его участников во всех вопросах, относящихся к развитию отечественного высшего образования.

Одним из итогов совещания явился Приказ Комитета по высшей школе от 16.04.1992 г. № 100 "Об организации Экспертного совета по циклу общих естественно/научных дисциплин". Цели Совета – обеспечить своевременное выполнение постановления Комитета по высшей школе от 13.03.92 № 13 «О введении многоуровневой структуры высшего образования в Российской Федерации» и утверждение образовательно-профессиональных программ базового высшего образования по направлениям бакалавриата. Основной задачей Совета была экспертиза структуры и объемов естественнонаучной подготовки бакалавров в области технического и университетского образования в соответствии с рекомендациями совещания.

От НМС по математике в Экспертный совет по циклу общих естественнонаучных дисциплин были введены Андрей Игоревич Кириллов (заместитель председателя) и Евгений Викторович Шикин. Экспертный совет совместно с НМС сформулировал предложения о структуре и объемах естественнонаучной подготовки бакалавров. По каждой дисциплине предусматривались курсы по выбору.

Это была идея В.Г. Кинелева, реализация которой создала бы основу для индивидуализации образования. Кроме того, курсы по выбору устраняли причины конкуренции за количество часов в учебном плане.

Принципиально новым для организации преподавания математики было то, что учебными планами предусматривались курсовые работы по математике. Заметим, что с переходом на двухуровневую систему общее число учебных часов заметно возрастало. На этой основе по инициативе Экспертного совета были впервые сформированы и включены в учебные планы дисциплины «Концепции современного образования» и «Математика для студентов гуманитарных специальностей».

Экспертный совет представил в Государственный комитет требования к структуре и объему естественнонаучной подготовки бакалавров. Фактически, это были те самые частично заполненные учебные планы, о которых шла речь на встрече в кабинете В.В. Хромина осенью 1988 года. Но в отличие от того, что тогда говорилось, Госкомитет решил не утверждать частично заполненные учебные планы, а передать их в УМО, получить из УМО полные учебные планы и утверждать каждый из них только при наличии визы Экспертного совета, свидетельствовавшей о соблюдении требований к структуре и объему базовой подготовки. Параллельно Экспертный совет координировал работу НМС над образовательными стандартами и программами.

С 1989 по 1999 гг. активно взаимодействовал и при необходимости оказывал большую поддержку инициативам секции Л.Д. Кудрявцева заместитель начальника Управления образовательных программ и стандартов высшего и среднего образования Василий Савельевич Сенашенко. Стандарты были утверждены в 1994 году, программы – в 1995.

В этих документах было много нового, позволявшего значительно улучшить качество базовой подготовки в наших вузах. За это мы очень благодарны Льву Дмитриевичу. Конечно, он действовал не один, но как председатель секции технических, экономических и сельскохозяйственных вузов, Лев Дмитриевич собрал в ней опытных преподавателей со всей страны, руководил их работой и во всех случаях отстаивал согласованное мнение секции. Особенно в эти годы большой вклад в работу секции, в математическое образование технических, экономических, сельскохозяйственных (и гуманитарных) вузов внесли сподвижники Льва Дмитриевича – С.И. Похожаев, А.И. Кириллов, Е.В. Шикин, А.И. Плис, Л.А. Кузнецов, А.В. Ефимов. Работа этой секции оказалась наиболее эффективной и яркой в деятельности НМС по математике Гособразования СССР под талантливым руководством академика Андрея Николаевича Тихонова. И еще важная особенность этого периода – внимательное, заинтересованное отношение министров образования и науки и их сотрудников к предложениям и деятельности НМС.

Так были заложены основы будущего НМС по математике, курирующего математическое образование в стране для нематематических специальностей и направлений.

2. Л.Д. Кудрявцев – первый заместитель председателя НМС по математике Министерства образования и науки РФ

Приказами Минобрнауки РФ № 635 от 16 марта 1999г. и №2710 от 16.07.2002г были назначены председателем НМС по математике академик РАН Станислав Васильевич Емельянов и *первым* заместителем председателя член-корреспондент РАН Лев Дмитриевич Кудрявцев. Наступил яркий период в деятельности НМС. По этим приказам был создан Президиум НМС и Бюро Президиума, в которое вошли председатель, первый заместитель, заместители академик РАО Юрий Михайлович Колягин, профессора Иван Кузьмич Лифанов, Анатолий Григорьевич Ягола; ученый секретарь Светлана Алексеевна Розанова.

Весь этот период жизни Лев Дмитриевич (рис. 1) много сил и внимания отдавал на развитие деятельности Совета, по принципиальным вопросам он советовался непосредственно со Станиславом Васильевичем. Но 17 февраля 2012 г. Льва Дмитриевича внезапно не стало. Он был душой, идеологом и организатором Совета. Именно к нему тянулось научно-педагогическое сообщество страны и зарубежья и не только математическое.



Рис. 1. Л.Д. Кудрявцев

Работа Научно-методических советов по фундаментальным дисциплинам, создаваемых в советский период при Министерстве образования, является убедительным примером пользы для образования в нашей стране.

Л.Д. Кудрявцев

С ним, его авторитетом и авторитетом Емельянова считалось министерство образования. За этот период были расширены направления деятельности Совета и достигнуты следующие результаты.

1. Внесены изменения в структуру Совета:

- образованы 3 Отделения – Высшей школы (председатель профессор Ягола Анатолий Григорьевич.); Средней школы и педагогических вузов (председатель академик РАО Колягин Юрий Михайлович; позднее - профессор Геворкян Павел Самвелович); Учебников и учебных пособий (председатель член-корреспондент РАН Степанов Владимир Дмитриевич, заместитель – доцент Будак Александр Борисович);

- созданы 13 секций. Секцию «Средней школы» возглавлял академик Сергей Михайлович Никольский, внесший неоценимый вклад в работу НМС своей активной деятельностью и авторитетом;

- организованы 20 Региональных отделений НМС с целью осуществления прямой и обратной связи по усилению качества математического образования в стране.

2. Проводилась разработка: требований к стандартам; новых программ по математике (для новых стандартов), а также корректировка действующих программ для нематематических специальностей вузов любых профилей. К 2000 году Научно-методическим советом были разработаны программы по математике, которые были опубликованы Министерством образования в этом же году. В 2002 году были подготовлены и изданы Требования к Стандартам по математике. В 2007-2008 годах подготовлены программы по математике и компетенции для стандартов 3-го поколения. Особенно тщательной переработке подверглись программы для технических специальностей и направлений. Министерством образования и науки (при поддержке Игоря Михайловича Реморенко, понимающего важность этого мероприятия и уважающего Л.Д. Кудрявцева) сборник программ по математике, изданный в РУДН, был разослан по вузам страны.

3. Проводилась экспертиза учебников и учебных пособий, претендующих на гриф Министерства образования и науки РФ (до 2007 года) и на гриф НМС после этого года. С 1999 года экспертами НМС прорецензировано более 350 учебных пособий, учебников, задачников, практикумов, представленных авторами из различных вузов страны. Из них 70% возвращались на доработку, порядка 10% получили отказ в грифе. Работа по присвоению грифа позволила провести ознакомление с трудами широкого представительства профессорско-преподавательского состава вузов страны, выявить лучшие учебные материалы и оказать в ряде случаев соответствующую научно-методическую помощь. С этой же целью получения

более качественных учебников был организован конкурс на лучший учебный материал по математике в различных номинациях.

4. Активно подготавливались и проводились выездные заседания НМС в новых, более трудных условиях отсутствия финансовой поддержки министерством этих мероприятий (Челябинск, Орел, Елец, Набережные Челны, Казань, Волгоград, Ульяновск, Самара, Вологда и др.).

5. Подготовка и проведение заседаний НМС по математике (сначала долгое время ежемесячных, позднее с 2013 года раз в квартал) по актуальным вопросам науки и образования.

6. Подготовка и проведение Международных и Всероссийских конференций (с 1999 г. ежегодно) в различных городах и вузах России, Словакии, Польши, Болгарии, Армении.

7. Благодаря усилиям Льва Дмитриевича и его сподвижникам поддерживалась в работе тесная связь с другими НМС, особенно по физике и информатике.

8. Активизировалась издательская деятельность НМС: подготавливались и издавались Тезисы и Труды конференций, материалы для журналов: «Проблемы теории и методики обучения» (РУДН, Москва, организатор В.И. Михеев), «Математика в высшем образовании» (НГУ, Нижний Новгород, организатор И.С. Емельянова), «Математика в инженерном образовании» (Набережные Челны, организатор Р.М. Зайниев), в которых НМС является соучредителем. Подготовлена и опубликована серия книг «Классика и современность».

9. Организация и руководство научной школой по проблемам математики и методики ее преподавания. В результате ряд членов НМС и региональных отделений защитили докторские диссертации по педагогике: Петрова В.Т., Розанова С.А., Зимина О.В., Лазарев В.А., Ольнева А.Б., Русаков А.А., Щербатых С.В., Дворяткина С.Н., Зайниев Р. М., Яремко Н.Н. и ряд кандидатских диссертаций.

10. НМС активно подключился к созданию системы открытого образования, в частности, к разработке электронных учебников.

11. НМС неоднократно и обоснованно выступал против уменьшения часов по математике в школе и вузе и предлагавшихся плохо продуманных стандартов школьного математического образования.

12. Международные контакты НМС (Армения, Азербайджан, Белоруссия, Болгария, Грузия, Израиль, Италия, Казахстан, Украина, Польша, Прибалтика, Словакия, США, Турция, Чехия) позволили установить ценные научно-педагогические и культурные связи, способствующие повышению авторитета Российского математического образования, научных математических и педагогических школ.

Существенную поддержку работе НМС по математике оказали министр Минобрнауки РФ В.М. Филиппов (рис. 2), вузы в лице их ректоров РУДН (Владимир Михайлович Филиппов), МИРЭА (Александр Сергеевич Сигов, Станислав Алексеевич Кудж). В этот период большую помощь в работе Совета оказывали многие его члены, особенно, учитель Л.Д. Кудрявцева – С.М. Никольский, ученики – В.М. Филиппов, Г.Н. Яковлев, друзья – С.В. Емельянов, В.А. Треногин, верные сподвижники – И.К. Лифанов, А.С. Поспелов, А.Г. Ягола, А.Г. Попов, А.И. Кириллов, А.Б. Будак, И.И. Баврин, В.Ф. Бутузов, Ю.М. Колягин, Т.А. Кузнецова, В.А. Лазарев, С.А. Розанова, Н.Х. Розов., В.С. Сенашенко, В.В. Фомичев, руководители Региональных отделений П.А. Вельмисов, П.Г. Данилаев, С.Н. Дворяткина и др.

Все сказанное выше позволяет сформулировать тезис: НМС – важный интеллектуальный и социальный капитал Российской системы науки и образования, который приносит и может еще в большей степени принести пользу нашей стране при правильной организации взаимодействия с Министерством образования и науки и соответствующими УМО.

3. Л.Д. Кудрявцев – выдающийся организатор науки и образования и мыслитель нашего времени

Автор более 300 научных трудов (монографий, учебников, журнальных статей), в том числе популярно-философских, таких как «Мысли о современной математике», «Образование и нравственность». Переводы его книг опубликованы в Англии, Болгарии, ГДР, Польше, США, ФРГ, Чехословакии.



*Рис. 2. Совещание у В.М. Филиппова.
Слева направо В.М. Филиппов,
Л.Д. Кудрявцев, С.М. Никольский, А.С. Поспелов*

Л.Д. Кудрявцев вёл большую научно-педагогическую и научно-организационную работу. Среди его учеников более 15 кандидатов и 4 доктора физико-математических наук: действительный член Международной академии наук высшей школы, действительный член Российской академии естественных наук, действительный член Российской академии образования, ректор РУДН, профессор Филиппов В.М.; член-корр. Российской академии образования, зав. кафедрой высшей математики МФТИ, профессор Яковлев Г.Н.; зав. кафедрой высшей математики АзИСИ, профессор Джабраилов А.Д.; ведущий научный сотрудник Института математики СО РАН, профессор НГУ Коротков В.Б. Более 40 лет он совместно с академиком С.М. Никольским руководил научно-исследовательским семинаром по теории дифференцируемых функций многих переменных в Математическом институте РАН.

50 лет Л.Д. Кудрявцев работал в МФТИ, из них более 35 лет заведовал кафедрой высшей математики. Система преподавания математики, разработанная в МФТИ под руководством Л.Д. Кудрявцева и изложенная в его книге «Современная математика и ее преподавание», оказала сильное влияние на организацию обучения математике во многих крупнейших вузах страны. Кому из педагогов-математиков не известны его 10 педагогических заповедей? Они являются универсальными и используются вузовскими преподавателями различных дисциплин.

В 1973, 1977-80 годах Л.Д. Кудрявцев являлся председателем Государственных экзаменационных комиссий по специальности математика на механико-математическом факультете МГУ, а в 1997 году был членом выпускной экзаменационной комиссии Православного Свято-Тихоновского Богословского института.

Широко известны его учебники по математическому анализу: «Курс математического анализа» в трех томах и «Краткий курс математического анализа» в одном томе. Эти учебники приняты в качестве основных во многих университетах и ведущих технических вузах.

В вышедшей в 1994 году в свет книге «Образование и нравственность» (Кудрявцев, 1994) автор обратил особое внимание на актуальный для нашей страны и для всего мира вопрос о нравственности общества. Эта философская книга мудрого человека и талантливого ученого вызвала неоднозначную реакцию читателей и слушателей, но всех заставила задуматься о самом важном и сокровенном – о нравственности своих поступков. По той же теме в одном только 1997 году Л.Д. Кудрявцев сделал четыре пленарных доклада: 14 мая – на четвертых Питиримовских чтениях Тамбовской епархии (г. Тамбов), 31 мая – на российско-американской конференции «Профессионализм, образование, нравственность и будущее России», 27 августа – на совещании работников образования Орловской области «Общество, нравственность, образование» и 28 августа на заседании отделения «Школа и общество» Академии педагогических и социальных наук (г. Орел), а также доклады на московском городском семинаре по методике преподавания математики 13 ноября и на международной встрече экспертов ЮНЕСКО по фундаментальному университетскому образованию 9 декабря (г. Москва).

Л.Д. Кудрявцев принимал активное участие во многих сферах общественно - научной жизни у нас в стране и за рубежом. Вот перечень некоторой его деятельности: 27 лет (1959-1986) он был членом Высшей аттестационной комиссии, 28 лет (1965-1992) – членом редколлегии журнала «Дифференциальные уравнения», более 37 лет он являлся членом Научно-методического совета по математике при Министерстве высшего образования, много лет председателем секции технических, экономических и сельскохозяйственных вузов, с 1965 года он — член редколлегии реферативного журнала «Математика» и старший редактор его отдела дифференциальных уравнений с частными производными.

В 1966 году Лев Дмитриевич был консультантом ЮНЕСКО по математике в Индии, членом Комитета научно-технической помощи при Комиссии СССР по делам ЮНЕСКО. В 1967 году был приглашен в ряд университетов Канады для чтения *лекций* по математике (Кингстон, Отава, Монреаль, Эдмонтон, Ванкувер), в 1975-1978 годах был членом исполнительного комитета Международной комиссии по математическому образованию, в 1979-1988 годах – членом редколлегии международного журнала «Educational Studies in Mathematics». В 1989-1992 годах являлся членом международного программного комитета по подготовке 7-го Международного конгресса по математическому образованию. Лев Дмитриевич много лет – член редколлегии журнала «Memoirs on Differential Equations and Mathematical Physics», член Совета по проблемам математического образования при Российской академии образования. Вся деятельность Л.Д. Кудрявцева на посту первого заместителя председателя Президиума НМС по математике Министерства образования и науки РФ была направлена на сохранение лучших традиций образования, сохранение его фундаментальности. Разработка стандартов, примерных программ по математике для всех направлений и специальностей, многочисленные выступления и публикации – всё это направлено на совершенствование качества математического образования.

У Льва Дмитриевича была глубокая внутренняя потребность не только в выполнении высокопрофессионально научной и педагогической работы, но и глубоко заинтересованно участвовать в обсуждении конкретных проблем окружающего мира; из более 300 его публикаций почти половина относится к проблемам образования и нравственности общества.

Мы очень гордимся сопричастностью к этой части его деятельности, что нам удалось собрать и выпустить 3 тома его «Избранных трудов» (Кудрявцев, 2008). Третий том мы назвали «Мысли о современной математике» (как и всем известная его книга). На самом деле этот том охватывает почти все его публицистические и философские книги, брошюры, статьи (Кудрявцев, 2008, том 3):

1. Современная математика и её преподавание;
2. Образование и нравственность.
3. Современное общество и нравственность.
4. Среднее образование. Проблемы. Раздумья.
5. Проблемы образования в России.

Три основные идеи пронизывают всю его публицистику – необходимость:

- профессионализма во всех видах деятельности,
- воспитания высокой нравственности современного общества,
- повышения качества образования.

Лев Дмитриевич анализирует связь экономических, политических и социальных процессов в современном обществе с его духовным и моральным уровнем. Обсуждаются пути нравственного оздоровления Российского общества.

Вся жизнь Л.Д. Кудрявцева – непрерывный успех в воспитании многочисленной плеяды его учеников, студентов и в общении с коллегами, близкими по духу людьми.



*Рис. 3. Обсуждение повестки дня очередного заседания НМС.
Л.Д. Кудрявцев и ученый секретарь НМС С.А. Розанова*



Рис. 4. В Белом Доме лауреаты премии Правительства 2012 года.

Слева направо: Т.А. Кузнецова, С.А. Розанова, С.В. Емельянов, В.С. Сенашенко, П.Г. Данилаев, П.А. Вельмисов, В.В. Фомичев, А.Г. Ягола; во втором ряду – В.А. Лазарев

За выдающиеся успехи в области науки и образования Лев Дмитриевич Кудрявцев избран в ряд Академий и удостоен высоких наград:

- 1953 г. – Премия Московского математического общества молодых математиков;
- 1984 г. избран член-корреспондентом АН СССР;
- 1997 г. – действительным членом АПЧН;

2002 г. – академиком Европейской Академии наук;

2003 г. – лауреат премии Правительства в области образования и награжден медалью Ушинского.

2004 г. – первый Российский математик, награжденный медалью имени Блеза Паскаля Европейской Академией наук.

В 2012 году Льву Дмитриевичу Кудрявцеву (посмертно) присуждена премия Правительства РФ в области образования за «Разработку и внедрение научно-методического комплекса, организационных и научно-практических мероприятий, обеспечивающих повышение качества математического образования студентов инженерно-технических направлений и специальностей» (совместно с С.В. Емельяновым, А.Г. Яголой, С.А. Розановой, Т.А. Кузнецовой, В.А. Лазаревым, В.С. Сенашенко, П.А. Вельмисовым, П.Г. Данилаевым, В.В. Фомичевым).

Этой наградой была дана очень высокая оценка деятельности НМС по математике (рис. 4).

Список литературы

- Кудрявцев Л.Д. Избранные труды. Том первый. Топология. Теория функций. М.: Физматлит, 2008.
- Кудрявцев Л.Д. Избранные труды. Том второй. Часть первая. Функциональные пространства. Дифференциальные уравнения. М.: Физматлит, 2008.
- Кудрявцев Л.Д. Избранные труды. Том второй. Часть вторая. Функциональные пространства. Дифференциальные уравнения. М.: Физматлит, 2008.
- Кудрявцев Л.Д. Избранные труды. Том третий. Мысли о современной математике и ее преподавании. М.: Физматлит, 2008.
- Кудрявцев Н.Л., Кудрявцев Д.Л. Дневники Льва Дмитриевича Кудрявцева. По зарубежным научным командировкам. М.: РУДН, 2013.
- Кудрявцев Л.Д. Образование и нравственность. М.: ПАИМС, 1994.
- Наш Лев Дмитриевич Кудрявцев / Коллектив авторов. Отв. Ред. С.А. Розанова. М.: РУДН, 2013.
- Розанова С.А. Научно-методический совет по математике Минобрнауки России: история, деятельность // Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. 2019. Издательство: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. С. 145-146.

LEV DMITRIEVICH KUDRYAVTSEV AND SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL COUNCIL FOR MATHEMATICS OF THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF RUSSIA

Rozanova S. A. Dr. Sci. (Pedagogy), professor srozanova@mail.ru Moscow	MIREA – Russian Technological University
Yagola A. G. Dr. Sci. (Phys. And math.), Professor yagola@physics.msu.ru Moscow	Lomonosov Moscow State University

Abstract. March 25, 2023 marks the 100th anniversary of the birth of Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical

Sciences, Professor L.D. Kudryavtsev. The article is devoted to the most striking periods of the activity of Lev Dmitrievich Kudryavtsev in the Scientific and Methodological Council for Mathematics of the Ministry of Education and Science of Russia (NMS), one of the main leaders of this council, who gave him a significant part of his life and creative, organizational work. In the work on the article, the authors were greatly helped by the consultations and advice given at one time by Andrei Igorevich Kirillov (1949-2021), a professor of the MEI, an active member of the NMS in mathematics, who died prematurely. Bright memory to both of them and the gratitude of the authors.

Keywords: Lev Dmitrievich Kudryavtsev, scientist, mathematician, Scientific and Methodological Council for Mathematics.

References

- Kudryavtsev, L. D. (2008). *Izbrannye trudy. Tom pervyj. Topologiya. Teoriya funkcij*. Moscow: Fizmatlit. (In Russ).
- Kudryavtsev, L. D. (2008). *Izbrannye trudy. Tom vtoroj. Chast' pervaya. Funkcional'nye prostranstva. Differencial'nye uravneniya*. Moscow: Fizmatlit. (In Russ).
- Kudryavtsev, L. D. (2008). *Izbrannye trudy. Tom vtoroj. Chast' vtoraya. Funkcional'nye prostranstva. Differencial'nye uravneniya*. Moscow: Fizmatlit. (In Russ).
- Kudryavtsev, L. D. (2008). *Izbrannye trudy. Tom tretij. Mysli o sovremennoj matematiki i ee prepodavanii*. Moscow: Fizmatlit. (In Russ).
- Kudryavtsev, N. L., Kudryavtsev, D. L. (2013). *Dnevnik L'va Dmitrievicha Kudryavceva. Po zarubezhnym nauchnym komandirovkam*. Moscow: RUDN. (In Russ).
- Kudryavtsev, L. D. (1994). *Obrazovanie i npravstvennost'*. Moscow: PAIMS. (In Russ).
- Rozanova, S. A. (2013). *Nash Lev Dmitrievich Kudryavcev*. Kollektiv avtorov. Moscow: RUDN. (In Russ).
- Rozanova, S. A. (2019). Nauchno-metodicheskij sovet po matematike Minobrnauki Rossii: istoriya, deyatel'nost' [Scientific and Methodological Council on Mathematics of the Ministry of Education and Science of Russia: history, activity]. *Aktual'nye problemy matematiki i informatiki: teoriya, metodika, praktika: sbornik materialov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* (pp. 145-146). Elec: Eleckij gosudarstvennyj universitet im. I.A. Bunina. (In Russ).

Научный журнал
С О Н Т И Н У У М
МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.
ОБРАЗОВАНИЕ

Выпуск №1(29) / 2023

Редактор – Н.П. Безногих
Компьютерная верстка – В.В. Лаухин
Техническое исполнение – В.М. Гришин

Подписано в печать 22.03.2023
Дата выхода в свет 23.03.2023

Бумага формат А-4 (56,0 п.л.).
Гарнитура Times. Печать трафаретная
Тираж 1000 экз. Заказ № 9
Свободная цена

Адрес редакции:
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28
E-mail: secretary@continuum-journal.ru
Сайт редколлегии: <https://continuum-journal.ru>

Подписной индекс журнала **№64987** в объединенном каталоге
«Пресса России»

Отпечатано с готового оригинал-макета
на участке оперативной полиграфии
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, 1

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
399770, Липецкая область, г. Елец, Коммунаров, 28, 1