

УДК 51 (075.8)

## 25-ЛЕТИЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Л. Л. Голубева<sup>1)</sup>, В. И. Громак<sup>2)</sup>, А. Е. Малевич<sup>3)</sup>, Н. Л. Щеглова<sup>4)</sup>

<sup>1), 2), 3), 4)</sup> *Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск,  
goloubeva@bsu.by<sup>1)</sup>, grom@bsu.by<sup>2)</sup>, malevich@bsu.by<sup>3)</sup>, shcheglova@bsu.by<sup>4)</sup>*

Изложен опыт создания и непрерывного совершенствования специальности «Компьютерная математика и системный анализ» на механико-математическом факультете Белорусского государственного университета. Рассмотрены вопросы подготовки специалистов квалификации Математик. Системный аналитик.

**Ключевые слова:** компьютерная математика; системный анализ; обучение студентов и магистрантов; математические специальности; информационные технологии; цифровая трансформация образования.

## 25TH ANNIVERSARY OF THE SPECIALTY «COMPUTER MATHEMATICS AND SYSTEM ANALYSIS»: RESULTS AND PROSPECTS

L. L. Goloubeva<sup>1)</sup>, V. I. Gromak<sup>2)</sup>, A. E. Malevich<sup>3)</sup>, N. L. Shcheglova<sup>4)</sup>

<sup>1), 2), 3), 4)</sup> *Belarussian state university, Belarus, Minsk,  
goloubeva@bsu.by<sup>1)</sup>, grom@bsu.by<sup>2)</sup>, malevich@bsu.by<sup>3)</sup>, shcheglova@bsu.by<sup>4)</sup>*

The experience of creating and continuous improvement of the specialty Computer Mathematics and System Analysis at the Faculty of Mechanics and Mathematics of the Belarussian State University is presented. The issues of training specialists of the qualification «Mathematician. System Analyst» are considered.

**Keywords:** computer mathematics; system analysis; undergraduate and graduate education; mathematical specialties; information technology; digital transformation of education.

### Введение

В современном мире одним из приоритетных направлений развития экономики и образования является применение компьютерных технологий. Новые цифровые технологии и созданные на их основе системы искусственного интеллекта изменяют характер интеллектуального труда, принимая на себя его рутинные формы. В результате на рынке труда – там,

где человек выполняет работу, недоступную пока искусственному интеллекту, – возрастает потребность в креативности и нестандартном мышлении [1]. Учет этих объективных факторов требует от современных ВУЗов подготовки специалистов, владеющих компьютерными технологиями решения задач во всех сферах экономики. Для достижения этой цели от преподавателей ВУЗов сегодня требуется умение не только обучать с использованием традиционных, устоявшихся форм преподавания, но также и внедрять новые способы изучения дисциплин с применением компьютеров и информационных технологий.

### **Общая характеристика специальности**

Специальность «Компьютерная математика и системный анализ» (далее – специальность КМ и СА) предусматривает подготовку специалистов в той области математики и информационных технологий, которая предоставляет как высоконаучную базу, так и практические средства для решения широчайшего спектра проблем современного развития общества. Обучение по этой специальности формирует компетенции, позволяющие специалисту создавать математические и компьютерные модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решений и разработки наукоемких продуктов во всех сферах производственной, хозяйственной, экономической, социальной, управленческой деятельности, в науке, технике, медицине, образовании.

В настоящее время специальность КМ и СА представлена на двух ступенях высшего образования в БГУ [6, 7]:

I-я ступень высшего образования: специальность – Компьютерная математика и системный анализ; квалификация – Математик. Системный аналитик; код специальности: 6-05-0533-08.

II-я ступень высшего образования (магистратура): специальность – Математика и компьютерные науки; профилизация – Компьютерная математика и системный анализ; код специальности: 1-31 80 03.

Обучение студентов по специальности КМ и СА базируется на основательной подготовке по математическим дисциплинам и выделяется среди других специальностей уникальным сочетанием изучения важнейших фундаментальных разделов математики с освоением информационных технологий и новейшего программного обеспечения. Теоретическую базу знаний студентов формируют курсы дисциплин по наиболее современным разделам анализа, алгебры, геометрии и уравнений. Связывают теорию с практикой занятия по математическому и компьютерному моделированию. Углубленное изучение курса «Компьютерная математика»

позволяет наиболее эффективно применять имеющиеся знания для решения реальных производственных задач.

Выпускники специальности КМ и СА обладают универсальными профессионально-ориентированными компетенциями, которые получены благодаря изучению курсов системного анализа, компьютерного моделирования, интеллектуального анализа данных, баз данных, программирования и алгоритмов, и свободно ориентируются даже в крупных, сложных промышленных, IT- и бизнес-проектах. При этом, несмотря на то, что в стране существует значительный спрос на выпускников специальности КМ и СА, успех здесь возможен только в случае, если ВУЗ даёт востребованные знания.

Высокий уровень подготовки специалистов подтверждает тот факт, что часть выпускников успешно повысили свой профессиональный уровень в магистратурах и аспирантурах ВУЗов Республики Беларусь, России, Англии, Германии, Италии, Франции, Швеции. Девятнадцать выпускников специальности КМ и СА защитили кандидатские диссертации в области математики и теперь занимаются научными исследованиями или преподают в белорусских или зарубежных университетах.

### **Возникновение и становление специальности**

Специальность КМ и СА берет свое начало с создания в 1998 году на кафедре дифференциальных уравнений ММФ БГУ специализации «Компьютерная математика» (далее – специализация КМ) с присвоением квалификации «Математик. Системный аналитик». Цель создания такой специализации очевидна: к тому времени на рынке труда сложилась ситуация, требующая специалистов высокого уровня, хорошо ориентирующихся и в классической математике, и в информационных технологиях, которые в то время начали бурно и повсеместно развиваться.

Выпускники специализации, обладающие глубокими профессиональными знаниями математики и информатики и имеющие профессиональную подготовку в системном анализе, были востребованы в самых различных сферах бизнеса, образования, науки. Кроме того, развивающейся в направлении информатизации, а впоследствии и цифровой трансформации экономике, безусловно, нужны были грамотные математики-теоретики с профессиональной подготовкой в области информационных технологий. Опыт показал, что значительная доля подготовленных математиков-теоретиков до сих пор востребована бизнесом, оставшаяся часть делится между сферой образования и наукой [5].

В 2003 году ММФ БГУ выпустил первых специалистов направления специальности 1-31 03 01-06 Математика (анализ и моделирование информационных систем), специализации КМ. С тех пор на протяжении двадцати лет выпускающая кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа (далее – кафедра ДУ и СА) ежегодно поставляет на рынок труда 25-30 востребованных специалистов, имеющих квалификацию «Математик. Системный аналитик».

Направление специальности 1-31 03 01-06 Математика (анализ и моделирование информационных систем), специализация КМ, было достаточно привлекательным и для иностранцев. На обучение в магистратуре и стажировку приезжали Ван Дун (Китай, 2005-2007), Ш. Кноблех (Германия, 2006), Ли Льян (Китай, 2007-2009), Х. Шинк (Германия, 2010), М. Ульрихова (Чехия, 2010), И. Раденович (Сербия, 2010), Т. Раймерс (Германия, 2012) и др.

В 2006-2007г.г. специализация КМ наряду со специальностями «Экономика», «История» и «Социология» в БГУ и университетах Бреста (Беларусь), Магдебурга, Касселя, Йены, Билефельда, Франкфурта-на-Одере (ФРГ), Малаги (Испания), Тренто (Италия) успешно участвовала в реализации международного проекта ТЕМПУС «Преобразование учебного процесса БГУ на основе ECTS-совместимых технологий» [3]. В рамках проекта для специализации КМ сотрудниками кафедры были разработаны информационный пакет и каталог модулей, который прошел экспертизу соответствующих специалистов и является модельным [4].

Подготовка специалистов по специализации КМ осуществлялась в течение 14 лет. За это время к ее выпускникам сформировался устойчивый интерес у крупнейших отечественных компаний, например: БелХард, ЕРАМ Systems, IBA, LeverX, Атлант и др. Математики-системные аналитики необходимы компаниям при реализации наиболее сложных проектов для решения задач моделирования, проектирования, а также для координации действий специалистов предметной области и программистов, инженеров, специалистов по информационным технологиям.

В 2012 году в республике Беларусь велась подготовка к оптимизации образовательных процессов для перехода на новый формат двухступенчатой системы высшего образования в виде 4 года плюс 2 года. Эти процессы, принимая во внимание устойчивый спрос на выпускников специализации КМ на рынке труда, стимулировали реорганизацию специализации в отдельную специальность «Компьютерная математика и системный анализ». В 2012 году ведущие сотрудники кафедры принимали активное участие в разработке образовательного стандарта и учебных планов новой специальности.

Реорганизация специализации КМ в специальность КМ и СА стала возможной также потому, что к тому времени сложился коллектив квалифицированных преподавателей с опытом работы в рамках курсов, обеспечивающих специальные компетенции выпускников. Кадровая политика решалась путем отбора и распределения на кафедру наиболее талантливых выпускников специализации КМ. Также к преподаванию активно привлекались и выпускники этой специализации, работающие в IT-компаниях и на производстве.

К моменту преобразования специализации КМ в специальность КМ и СА преподавателями кафедры ДУ и СА были разработаны и внедрены в учебный процесс более 20 новых дисциплин, которые обеспечивали студентов самыми современными знаниями и навыками в области компьютерной математики, системного анализа, математического и компьютерного моделирования, информационных технологий.

Отдельный интерес представляет опыт сотрудничества с 2005 г. по 2022 г. преподавателей и студентов специальности КМ и СА с факультетом математики Магдебургского университета Отто-фон-Герике (Германия), в рамках которого студенты и магистранты специальности имели возможность проходить ознакомительную и производственные практики, посещать лекции профессоров Магдебургского университета, а также обучаться в магистратуре университета-партнера. Данный проект реализован на основании Договора о сотрудничестве между механико-математическим факультетом БГУ и факультетом математики Магдебургского университета.

В 2019 году на механико-математическом факультете открыта новая специальность магистратуры «Математика и компьютерные науки». Кафедра ДУ и СА является выпускающей для магистрантов, обучающихся в рамках профилизации «Компьютерная математика и системный анализ» данной специальности. Открытие профилизации КМ и СА вызвано потребностью в аналитиках высокой квалификации на рынке труда Беларуси и стран СНГ. Системный аналитик является специалистом, который способен качественно формализовать и интерпретировать происходящие процессы и явления, используя различные методы и способы оценки сформированной модели. Он способен подойти к проблеме с разных сторон и увидеть весь процесс в целом. Аналитик способен оценить сильные и слабые стороны, рассчитать риски и возможные потери, а также составить обоснованный прогноз на дальнейшее состояние рассматриваемой проблемы.

## **Основные направления дальнейшего развития специальности**

Процессы цифровой трансформации всех областей деятельности человека, экспоненциальный рост объема цифровой информации, динамичные изменения рынка труда предъявляют новые требования к подготовке специалистов, которые будут обеспечивать эти процессы. Одним из важных факторов, обеспечивающих цифровую трансформацию, становится кадровый потенциал национальной отрасли информационных технологий. Речь идет о подготовке специалистов в области проектирования и разработки цифровых систем, а также руководителей предприятий, отраслей, регионов, организующих переход от традиционных бизнес-процессов к новым, основанным на цифровых технологиях [1, 2].

Цифровая трансформация – это глобальный пересмотр подходов и стратегий, интеграция уже используемых офисных и промышленных технологий с совершенно новыми, специфичными для цифровой трансформации информационными технологиями, а также необходимость обеспечения высокого уровня информационной безопасности.

Осознание необходимости решения этих задач потребовало разработки и внедрения в образовательный процесс специальности КМ и СА нового кластера дисциплин, связанных с искусственным интеллектом, нейронными сетями и генетическими алгоритмами, машинным обучением, компьютерным зрением, защитой информации.

Новые учебные планы [6, 7] и соответствующие им учебные программы дисциплин специальности КМ и СА ставят перед собой цель сформировать у будущих специалистов глубокие знания по фундаментальной математике в сочетании с современными знаниями в области компьютерных наук, развить у студентов системное мышление, позволяющее видеть проблему целиком, анализировать сложные нелинейные процессы, принимать решения в условиях недостаточности информации, предвидеть и оценивать последствия принимаемых решений – очень полезное качество не только для математика или программиста, но и вообще для любого специалиста.

Преподаватели кафедры ДУ и СА, независимо от преподаваемого предмета, не только обладают знаниями в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), но и являются специалистами по их применению в своей профессиональной деятельности, обеспечивая тем самым внедрение ИКТ в образовательный процесс. Применение активных методов обучения и интеграция различных видов учебной деятельности способствуют повышению интеллектуальной и творческой активности обучающихся [8].

Выпускники специальности КМ и СА I-й и II-й ступеней высшего образования могут строить свою карьеру в качестве математиков, исследователей, преподавателей ВУЗов, системных аналитиков, бизнес-аналитиков, бизнес-консультантов, аналитиков данных, руководителей исследовательских проектов, разработчиков информационных систем различного назначения и специализированного программного обеспечения. На сегодняшний день возможными работодателями для выпускников специальности КМ и СА являются отечественные и зарубежные университеты, научно-исследовательские центры мирового уровня, аналитические и IT-подразделения государственных корпораций, банков и IT-компаний.

### Библиографические ссылки

1. *Король А. Д., Воротницкий Ю. И.* Цифровая трансформация образования и вызовы XXI века // Высшее образование в России. 2022 Т. 31. № 6. С. 48–61. Доступ: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-6-48-61>.

2. *Курбацкий А. Н., Воротницкий Ю. И.* IT-образование в условиях цифровой трансформации// Цифровая трансформация: научно-практический журнал / учредитель и издатель: учреждение «Главный информационно-аналитический центр Министерства образования Республики Беларусь». – 2017. – № 1. – С. 5-10.

3. *Голубева Л. Л.* и др. Об опыте построения системы образовательных зачетных единиц для специализации «Компьютерная математика» / Голубева Л. Л., Громак В. И., Зенченко А. С., Малевич А. Э., Щеглова Н. Л. // Тез. докладов междунаучно-практ. конф. «Управление качеством высшего образования в условиях перехода к двухступенчатой системе подготовки кадров». – Минск, БГУ, 2007, с. 189-197.

4. *Голубева Л. Л.* и др. Информационный пакет. Каталог модулей. рус. Information package. Course catalogue. англ. / Голубева Л. Л., Громак В. И., Зенченко А. С., Малевич А.Э., Щеглова Н. Л., Валевич Ю. В., Ковалев М. М., Рытов А. В. и др. – Минск, БГУ, 2007. – 134 с.

5. *Громак В. И., Малевич А. Э.* Модульно-рейтинговая и кредитная системы при подготовке математиков специализации «Компьютерная математика» / Громак В.И., Малевич А.Э. // Тез. докладов междунаучно-практ. конф. «Управление качеством высшего образования в условиях перехода к двухступенчатой системе подготовки кадров». – Минск, БГУ, июнь 2007, с. 201-205.

6. Типовой (примерный) учебный план I ступени ВО 6-05-0533-08 Компьютерная математика и системный анализ. № 6-05-05-001 пр. от 25.10.2022 г. Доступ: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/289289>.

7. Учебный план по специальности высшего образования II ступени (магистратуры) 1-31 80 03 Математика и компьютерные науки. Профилизация: Компьютерная математика и системный анализ. Форма обучения: очная (дневная). G31-049/уч. Доступ: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/224910>.

8. Сайт специальности «Компьютерная математика и системный анализ» на механико-математическом факультете БГУ. Доступ: <http://km.mmf.bsu.by/>.