

**Сиговцев Г.С., Чарута М.А.**

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

**ИТ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ  
«МАТЕМАТИКА»**

**АННОТАЦИЯ**

*В статье обсуждается содержание учебных планов бакалавров по направлению 01.03.01 — Математика с точки зрения подготовки в области информационных технологий. Рассматриваются основные направления применения информационных технологий в математическом образовании и математических исследованиях. Учебные ИТ дисциплины классифицируются по отношению к парадигмам компьютерной обработки математических знаний. Анализируется содержание понятий научные вычисления и доказательные вычисления.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

*Учебный план по математике; информационные технологии в математическом образовании; парадигмы компьютерной обработки; математические пакеты; научные вычисления; доказательные вычисления.*

**Sigovtsev G.S., Charuta M.A.**

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

**IT COMPONENT IN THE PREPARATION OF BACHELORS OF MATHEMATICS**

**ABSTRACT**

*In the article the curriculum of bachelors in 01.03.01 Mathematics is discussed from the point of view of training in the field of information technology. The main directions of application of information technology in mathematical education and mathematical research considers. IT educational disciplines are classified in relation to the paradigms of computer processing of mathematical knowledge. The concepts of scientific computing and verified computations analyzes.*

**KEYWORDS**

*Curriculum in mathematics; information technologies in mathematics education; paradigms of computer processing; mathematical packages; scientific computing; verified computations.*

Как известно, первые электронные вычислительные машины появились в качестве инструментов для определенных классов математических задач, решение которых связано с большими объемами вычислений. Дальнейший быстрый прогресс в области технического, математического и программного обеспечения ЭВМ сделал их инструментом для работы со всеми видами информации и решения информационных задач во всех сферах человеческой деятельности. В этом контексте термин вычисления (computing) приобрел обобщенный смысл — как обозначение выполняемых компьютером любых логически связанных преобразований информационных объектов различного, не только числового типа [9].

В настоящее время с полным основанием можно поставить знак равенства между аббревиатурой ЭВМ и аббревиатурой УИМ — универсальная информационная машина. Компьютеры и базирующиеся на них системы телекоммуникаций стали основой новых информационных технологий, определяющих во многом состояние и развитие современного общества.

Профессиональная преподавательская и исследовательская деятельность в области математики двояким образом связана с информатикой и современными информационными технологиями.

С одной стороны математика — язык и средство построения моделей и методов, применяемых в информатике, источник алгоритмов решения задач обработки информации и инструмент их исследования и развития. Выступая «потребителем» математических знаний,

информационные технологии в то же время являются одним из важных и активных стимулов развития математики, возникновения новых теорий и направлений. С другой стороны, информационные технологии — это мощный инструмент в математической сфере деятельности. Как учебного, так и исследовательского характера.

Как отмечает Ю. И. Журавлев в [7] «Содержание математического знания принципиально изменилось за последние сто лет. Особенно значительным это изменение и его влияние на цивилизацию стало благодаря информационным и коммуникационным технологиям.» Далее Ю. И. Журавлев, анализируя историю изменения содержания школьных курсов математики и информационно-коммуникационных технологий в нашей стране заключает, что «математическое образование в нашей стране должно быть модернизировано в направлении приближения к основному вектору развития чистой и прикладной математики».

В [7] говорится о влиянии информационно-коммуникационных технологий на математику и необходимости изучения математических основ ИТ применительно к школьному образованию. Но тем более это актуально для математического образования на уровне высшего профессионального образования.

Обычно обсуждается вопрос о том, какую математику, в каком объеме и как изучать студентам на направлениях компьютерные науки, информационные технологии и других, готовящих компьютерных профессионалов [10, 12]. Содержание и объем необходимого минимума математических знаний описан в рекомендациях по преподаванию информатики в университетах Computing Curricula [15]. Анализируя это содержание и опираясь на собственный опыт преподавания и работы в сфере информатики и информационных технологий, авторы [10] отмечают, что «В первую очередь, в информационных технологиях непосредственно применяется конечная математика... Во вторую очередь, непосредственно реализуются эффективные алгоритмы из области дискретной математики. И, наконец, в третью очередь, непосредственно используются разделы непрерывной математики, как правило, примененные к дискретным приближениям.»

Роль математических дисциплин, их структура и содержание в подготовке специалистов по прикладной математике и информационным технологиям в Петрозаводском университете рассмотрена в [4].

Намного реже встречаются публикации и выступления, в которых обсуждается вопрос о том, какие дисциплины по информатике и информационным технологиям наиболее целесообразны для учебного плана направления математика. Насколько при этом должна учитываться специфика предметной области этого направления и двоякая роль в этой области современных информационных технологий. С одной стороны, компьютерные средства могут и должны помочь в изучении математики и использовании существующего математического знания, а с другой стороны они служат инструментом математических исследований, направленных на получение нового знания [5, 16, 13].

Вообще, учебные планы вузов по всем направлениям подготовки содержат дисциплины по информатике, информационным технологиям и их применению в профессиональной деятельности. В число общепрофессиональных компетентностей, являющихся требованиями действующих Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) входит «способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности».

В том числе это относится и к ФГОС ВО по направлению математика (уровень образования бакалавриат), который также содержит это требование.

Но объем и уровень подготовки в области информационных технологий, обеспечивающий названную выше компетентность из ФГОС, должен быть, конечно, различен по разным направлениям обучения и коррелировать с особенностями предметной области направления и задачами профессиональной деятельности в ней. В данном случае мы хотим обсудить информационно-технологическую составляющую учебных планов по направлению бакалаврской подготовки 01.03.01 — математика. Подготовка по этому направлению осуществляется в 43-х университетах [14]. Среди них университетов, расположенных в регионах Российской Федерации, — 38. Как оказалось, даже среди не столичных университетов, входящих в Ассоциацию классических университетов, только 60% сохранили подготовку по направлению математика (26 из 43 членов Ассоциации).

В сети Интернет в открытом доступе через сайты вузов информацию об учебных планах по направлению 01.03.01 — математика удалось обнаружить для 20 университетов. Оказалось, что по набору дисциплин информационно-технологического профиля эти университеты можно разделить на две группы. В первую группу из 10 университетов, информация о которой представлена в

таблице 1, отнесены университеты с небольшим количеством таких дисциплин.

Общими для всех университетов здесь являются курсы с названиями: технология программирования и работа на ЭВМ и практикум по ЭВМ (с небольшими вариациями). И для пяти вузов, представленных в данной таблице, набор ИТ дисциплин этим исчерпывается. Остальные дисциплины в этой таблице представлены в единственных экземплярах. И только две из них (системы компьютерной математики и компьютерные технологии в математике) отражают, по крайней мере в своих названиях, специфику математического направления подготовки.

Таблица 1. ИТ дисциплины первой группы университетов

Университет	Названия дисциплин
Балтийский ФУ имени И. Канта	Технология программирования и работа на ЭВМ Практикум на ЭВМ Модели данных и системы управления базами данных Использование информационных технологий для представления информации
Томский ГУ	Работа на ЭВМ и программирование Практикум на ЭВМ
Уральский ФУ	Технологии программирования Языки программирования
Тюменский ГУ	Технологии программирования Системы компьютерной математики
Дагестанский ГУ	Технология программирования и работа на ЭВМ Практикум на ЭВМ
Тамбовский ГУ	Технология программирования и работа на ЭВМ Практикум по ЭВМ
Башкирский ГУ	Технология программирования и работа на ЭВМ Практикум на ЭВМ Информационные технологии в науке и образовании
Рязанский ГУ	Технология программирования и работа на ЭВМ Компьютерные технологии в математике (практикум на ЭВМ) Компьютерные технологии в экономике
Орловский ГУ	Технология программирования и работа на ЭВМ Практикум на ЭВМ
Марийский ГУ	Технология программирования и работа на ЭВМ Практикум на ЭВМ Прикладное программное обеспечение Параллельное программирование Язык C++

В таблице 2 представлена вторая группа из 10 университетов, которые в своих учебных планах направления математика содержат достаточно большой и разнообразный набор ИТ дисциплин. Кроме входящих в учебные планы всех университетов базовых курсов по информатике и программированию, а также практикума на ЭВМ здесь отдельными названиями представлены предметы из различных областей информационных технологий.

К числу этих областей относятся: технология производства программного обеспечения, базы данных и управление информацией, системное ПО и администрирование компьютерных систем, компьютерные сети и Интернет, параллельное программирование и высокопроизводительные вычисления, информационная безопасность, искусственный интеллект и нейронные сети.

Что касается компьютерных дисциплин с математической спецификой, то их также мало, как и в таблице 1. Это: системы верстки математического текста, компьютерная алгебра, компьютерная геометрия, информационные технологии для математиков, решение математических задач с использованием пакетов прикладных программ. Каждая из них есть только в одном-двух учебных планах.

В наименьшей степени в рассмотренных учебных планах представлены дисциплины, относящиеся к использованию ИТ в сфере образования вообще, и в преподавании математики в частности. А именно, только по одному разу встречаются названия курсов: современные технологии представления учебной информации и новые информационные технологии в учебном процессе. Это выглядит довольно неожиданно, поскольку, несмотря на многие негативные аспекты нынешней системы общего и профессионального образования, работа преподавателем остается одним из реальных вариантов трудоустройства для выпускников-математиков.

В Петрозаводском университете в институте математики и информационных технологий подготовка по направлению математика находится в «окружении» прикладных направлений по прикладной математике и информатике и по информационным системам и технологиям. Кроме того, имеется педагогическое направление подготовки с профилем математика и информатика. Это дает возможность комбинировать курсы по выбору для их совместного использования студентами разных направлений, в том числе и по математике. Набор и содержание обязательных ИТ дисциплин учебного плана направления математика выглядит следующим образом.

**Основы информатики.** (1 семестр). История появления ЭВМ. Архитектура фон Неймана. Классификации компьютеров. Компьютерные сети. Классификация сетей. Локальные сети. Интернет. Компьютерные технологии обработки информации и их алгоритмическая основа. Программное обеспечение и его классификация. Операционные системы. Языки программирования и их классификация. Парадигмы программирования. Жизненный цикл программного обеспечения. Разработка программ. Понятие стиля программирования

**Программирование.** (2-4 семестры). Язык программирования С. Базовые понятия языка. Введение в программирование на языке С. Базовые структуры данных. Указатели. Функции. Файлы. Списки. Стеки. Деревья. Алгоритмы обработки деревьев. Понятие вычислительной сложности алгоритмов. Классы алгоритмов сортировки. Основные элементы языка Java. Принципы построения графического интерфейса. Основные графические примитивы в языке Java. Разработка графических приложений.

**Компьютерные технологии в математике** (3 семестр). Компьютерные средства подготовки математических текстов и презентаций докладов. Набор и трансляция в системе LaTeX. Стандарты оформления математических текстов. Набор математических формул и верстка текста. Стандарт ГОСТ оформления научных графиков. Роль визуализации в представлении научных данных. Пакет научной графики gnuplot. Построение графиков функций в декартовых и полярных координатах. Построение поверхностей. Обзор математических пакетов. Пакет математического моделирования MathCad.

**Офисные технологии** (5 семестр). Офисные пакеты. Технология обработки данных в электронных таблицах. Табличный процессор MS Excel. Базы данных в ЭТ Системы управления базами данных MS Access. VBA — язык программирования, интегрированный в MS Office. Основы программирования на VBA. Объектные модели приложений MS Office. Основные тенденции современных ИТ. Облачные технологии. Мобильность. Большие данные.

В число дисциплин по выбору, предлагаемых на 3-м и 4-м курсах также входят курсы: базы данных, системы искусственного интеллекта, компьютерные технологии в обучении, Web-технологии, системы компьютерной алгебры. Таким образом, по составу обязательных дисциплин ИТ составляющей учебного плана по направлению математика Петрозаводский университет ближе к университетам первой группы.

Выборку в количестве 21-го университета, для которых представлена в данной статье информация об учебных планах, из общего количества в 43 университета, осуществляющих в регионах подготовку по направлению математика, можно считать достаточно представительной. Это позволяет предположить, что в остальных нестоличных университетах ситуация аналогична представленной в таблицах 1 и 2. То есть, примерно половина от общего числа университетов сохраняет традиционный минимальный набор ИТ дисциплин (типа информатика, программирование, компьютерный практикум), может быть, расширенный 1-2 специализированными курсами. Другая половина за счет расширения ИТ компоненты дисциплинами-аналогами из учебных планов прикладных направлений пытаются своего рода диверсифицировать направление подготовки математика и тем самым укрепить возможности трудоустройства своих выпускников в ИТ секторе.

Весь набор дисциплин, представленный в таблицах 1 и 2, можно разделить на несколько категорий. Это разделение мы связываем с тем, что в [1] названо парадигмами обработки компьютерных математических знаний. Несмотря на некоторую расплывчатость и вариативность понятия парадигмы в разных контекстах (от парадигмы научного знания до парадигм программирования), нам представляется уместной использованная в [1] терминология и

применительно к рассматриваемой проблематике.

Поскольку различные элементы математической информации могут быть представлены в разной форме: числа, символы и формулы, логические высказывания, изображения, ..., то и их компьютерное представление и обработка требуют различных моделей и программных средств. В [1] описаны понятия числовой парадигмы, символьной (аналитической) парадигмы, дедуктивной и интеграционной парадигм.

Числовая парадигма объединяет методы и средства точного или приближенного решения математических задач, реализуемые вычислительными процедурами, целью и результатами которых является получение решения в числовой форме. В рамках этой парадигмы обычно отправной точкой является использование континуальной математической модели. Затем осуществляется ее дискретизация и разработка соответствующих числовых алгоритмов с последующей их компьютерной реализацией путем программирования или использования существующих пакетов моделирования и математических расчетов.

В рамках числовой парадигмы разработана основная часть ныне применяемого прикладного ПО, включая такие системы универсального назначения как Mathcad, Matlab, Scilab, и многочисленные специализированные пакеты.

Таблица 2. ИТ дисциплины второй группы университетов

Казанский ГУ	Компьютерные технологии, Компьютерный практикум Базы данных, Компьютерная геометрия Информационные технологии для математиков Компьютерные методы в теории поверхностей Теория алгоритмов, Нейронные сети и их приложения Технологии Интернета, Компьютерная алгебра Программирование на C# и платформа. Net
Кубанский ГУ	Технологии программирования и работы на ЭВМ Информатика в средней школе, Параллельные вычисления Компьютерная алгебра и криптография БД и СУБД, Администрирование ЭВМ Основы сетевых технологий, Практикум по компьютерным наукам, Решение математических задач с использованием пакетов прикладных программ Современные технологии представления учебной информации
Оренбургский ГУ	Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей Языки и технологии программирования, БД Компьютерная лингвистика Искусственный интеллект Нейронные сети и генетические алгоритмы Практикум на электронно-вычислительных машинах
Пермский ГУ	Информатика и основы программирования Основы защиты информации, Пакеты аналитических вычислений Компьютерное моделирование прикладных задач Информационные технологии, Компьютерная геометрия
Северный ФУ	Информационные технологии Языки и методы программирования Использование математических пакетов для решения прикладных задач, Прикладное программное обеспечение

	Введение в высокопроизводительные вычисления, БД Алгоритмы и рекурсивные функции
Горно-Алтайский ГУ	Технология программирования и практикум на ЭВМ Новые информационные технологии Практикум на ЭВМ Система верстки математического текста LaTeX Объектно –ориентированные ЯП Введение в Microsoft. NET Разработка приложений на Microsoft. NET
Бурятский ГУ	Информатика и программирование Технологии разработки ЭОР Информационные системы в экономике Интернет-технологии Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных Объектно-ориентированное программирование Технология разработки программного обеспечения Языки разметки и передачи данных Компьютерные сети, Телекоммуникации Алгоритмические языки и методы программирования
Ивановский ГУ	Архитектура ЭВМ, Практикум по ЭВМ Языки и технологии программирования, Операционные системы Компьютерная геометрия, Информационная безопасность Компьютерные сети, Параллельное программирование Новые информационные технологии в учебном процессе, БД
Северо-Осетинский ГУ	Языки программирования, Практикум на ПК Информатика, Информатика в экономике Web-программирование, Защита компьютерной информации Системное программное обеспечение, ИТ
Нижегородский ГУ	Основы информатики БД Языки и методы трансляции Практикум на ЭВМ Компьютерная издательская система TeX Компьютерная алгебра

Числовая парадигма, явно формулируемая или подразумеваемая, лежит в основе традиционных вузовских курсов программирования. Как правило, это наиболее значительный по объему курс среди обязательных дисциплин компьютерного цикла, читаемых для студентов направления математика. Как отмечается в [8], курс программирования должен быть нацелен на развитие алгоритмического мышления студентов (рассматривая его как специальный вид математического мышления) и овладение ими математически обоснованными приемами программирования, являющимися предпосылками развития технологий надежного и доказательного программирования. Именно такие принципы заложены в курсе, на протяжении многих лет преподающемся студентам механико-математического факультета МГУ [11].

В группу дисциплин, ассоциирующихся с числовой парадигмой, относятся также курсы: параллельное программирование, компьютерное моделирование прикладных задач, компьютерная геометрия.

Эта же парадигма получает поддержку в лабораторном практикуме по традиционному для учебных планов направления математика курсу численные методы. В этом практикуме путем программирования на одном из алгоритмических языков или чаще в среде одного из математических пакетов реализуются алгоритмы приближенного численного решения типовых математических задач и происходит на этих примерах освоение (по крайней мере ознакомление) студентов с методикой численного экспериментирования.

Символьная парадигма, не являясь альтернативой числовой парадигме, ориентирована на построение программных систем, способных выполнять символьные преобразования математических выражений, находить в общем, формульном виде решения некоторых классов математических задач. Такие системы получили название систем компьютерной алгебры. Появление этих систем было вызвано помимо собственной логики развития компьютерных ИТ путем расширения областей применения, но прежде всего необходимостью решения задач, для которых практически отсутствуют их адекватные представления в виде соответствующих числовых алгоритмов. Кроме основного своего назначения, системы компьютерной алгебры предоставляют возможности по выполнению численных расчетов и построению графиков.

К категории дисциплин, соответствующих символьной парадигме, в рассмотренных учебных планах относятся следующие курсы: компьютерная алгебра, пакеты аналитических вычислений, системы компьютерной математики. И эти курсы присутствуют в учебных планах только университетов.

Дедуктивная парадигма опирается на возможность представления математического знания в виде фиксированных синтаксических конструкций (аксиом, определений, теорем и других). Из представленных таким образом в памяти ЭВМ знаний новые знания можно получить, применяя алгоритмы, основанные на определенных схемах логического вывода. Системы представления и обработки знаний, основанные на этой парадигме, получили название систем автоматизации доказательств. Еще одна их разновидность — системы верификации доказательств.

Разработка таких систем является одним из направлений в развиваемой еще с конца 50-х годов прошлого века области информатики, называемой искусственный интеллект. В нашей стране программа исследований по автоматизации математической деятельности «Алгоритм Очевидности», была предложена академиком В.М. Глушковым [6]. Разработанные за это время модели и методы представления и логической обработки математического знания позволили создать ряд программных систем, которые в настоящее время являются достаточно мощными инструментами математических исследований [18]. Прикладным аспектом разработки систем автоматизации доказательств является их использование для обеспечения надежности работы программных систем. Это достигается путем дедуктивной верификации программ, основанной на автоматическом доказательстве связанных с программой математических утверждений [3].

В рассмотренных нами учебных планах дисциплин, явным образом представляющих дедуктивную парадигму, не оказалось. С нашей точки зрения, область компьютерной математики, опирающаяся на дедуктивную парадигму, достаточно важна для того, чтобы быть представленной в учебных планах направления математика.

Следует отметить, что получение математически строго обоснованных результатов компьютерной обработки математической информации не является прерогативой исключительно дедуктивной парадигмы. Результаты выполняемых в символьном виде операций в пакетах аналитических вычислений (представляющих символьную парадигму) и получаемые таким образом решения математических задач также очевидно имеют математически строгий характер.

В рамках числовой парадигмы существует направление компьютерной математики называемое доказательные вычисления. Термин «доказательные вычисления» был введен в 70-е годы XX века К. И. Бабенко для обозначения вычислений, результат которых имеет такой же статус достоверности, как и математические результаты, полученные с помощью традиционных доказательств [2]. Одним из часто применяемых методов доказательных вычислений являются достоверные вычисления. Под достоверными вычислениями понимаются численные методы с автоматической верификацией точности получаемых результатов, что обеспечивается применением математического аппарата интервального анализа [17].

Таким образом, все названные выше математико-компьютерные парадигмы обладают потенциалом для создания и развития конкретных компьютерных технологий, адекватных задачам доказательного математического исследования с получением математически достоверных результатов. Учебный курс, раскрывающий такого рода возможности и специфику математически ориентированной информационной технологии должен присутствовать в учебном плане студентов-математиков.

За пределами классификации учебных дисциплин, попытка которой изложена выше,

остаются дисциплины из таблиц 1 и 2, рассматривающие проблематику информационных технологий и их применений, не связанную с обработкой математических знаний. Это такие области ИТ, как управление информацией, технология производства ПО, компьютерные сети, информационная безопасность и некоторые другие. Как уже отмечалось, их включение в учебный план направления математика объясняется прагматическими соображениями, связанными со стремлением повысить востребованность выпускников-математиков на рынке труда. Соглашаясь с целесообразностью таких включений, мы в то же время считаем, что ИТ составляющая учебного плана для бакалавров-математиков должна быть сбалансированным набором дисциплин. В этот набор помимо базовых курсов информатики и программирования должны входить дисциплины, отражающие специфику использования ИТ в математике как объекте для изучения и преподавания, так и в математических исследованиях теоретического и прикладного характера.

## Литература

1. Анисимов А.В., Джебелян Т., Лялецкий А.В., Попов Н. Системы Theorema и автоматизация дедукции: сравнительный анализ // Управляющие системы и машины. — 2011. — № 4. — С. 59-63.
2. Бабенко К. И. О доказательных вычислениях и математическом эксперименте на ЭВМ // УМН. — 1985. — Т. 40. — № 4(244). — С. 137-138.
3. Батраков В. А., В.И. Шелехов В. И. Автоматическое доказательство формул корректности предикатной программы в системе Russell // препринт № 163. Новосибирск — 2012. — 32 с. URL: <http://www.iis.nsk.su/files/preprints/163.pdf> (дата обращения: 10.10.2016).
4. Воронин А. В., Боговявленский Ю. А., Кузнецов В. А. Преподавание прикладной математики и информационных и коммуникационных технологий в Петрозаводском государственном университете: история становления // Труды SORUCOM 2014, Третьей междунар. конф. "Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: история и перспективы". Казань. — 2014. — С. 71-78.
5. Говорухин В., Цибулин Б. Компьютер в математическом исследовании — Спб: Питер, — 2001 — 624 с.
6. Глушков В. М. Некоторые проблемы теории автоматов и искусственного интеллекта // Кибернетика. — 1970. — Т. 2. — С. 3-13.
7. Журавлев Ю. И. Фундаментально-математический и общекультурный аспекты школьной информатики. // Информатика. Издательский дом "Первое сентября". — 2007 — № 02. URL: <http://inf.1september.ru/article.php?ID=200700205> (дата обращения: 10.10.2016).
8. Касьянов В. Н. Вопросы обучения математиков программированию. // Всероссийская конф. «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков». Дубна — 2000. — М.: Издательство МЦНМО. — 2000. — С. 472-475.
9. Козел О. Н., Каракозов С. Д., Рыжова Н. И. Информационно-вычислительная компетентность выпускника вуза (на примере учителя информатики). // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сб. избранных трудов VII междунар. научно-практической конф. [Под ред. Проф. В. А. Сухомлина]. — М.: ИНТУИТ.РУ/ — 2012. — С. 182-186.
10. Косовский Н. К., Леонов Г. А., Терехов А. Н. Роль математического образования в подготовке специалистов по информационным технологиям Тр. Санкт-Петербургского научного форума "Наука и общество. Информационные технологии" URL: [http://www.math.spbu.ru/user/ant/all\\_articles/083\\_Terekhov\\_Leonov\\_Kosovsky.pdf](http://www.math.spbu.ru/user/ant/all_articles/083_Terekhov_Leonov_Kosovsky.pdf) (дата обращения: 12.10.2016).
11. Лебедев Г. В., Кушниренко А. Г. Программирование для математиков: уч. пособие для вузов по специальностям «Математика» и «Прикладная математика». — М.: Наука. — 1988. — 384 с.
12. Непейвода Н.Н., Скопин И.Н. Основания программирования. Ижевск; Москва: РХД. — 2003. — 367 с.
13. Рагулина М. И. Информационные технологии в математике : уч. пособие — Академия — 2008 — 304 с.
14. Результат поискового запроса. URL: [http://moeobrazovanie.ru/search?section=vuz&result&kod\\_okso=01.03.01](http://moeobrazovanie.ru/search?section=vuz&result&kod_okso=01.03.01) (дата обращения: 13.10.2016).
15. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах = Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering; Computing Curricula 2001: Computer Science: пер. с англ. — М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий» — 2007. — 462 с.
16. Тарасевич Ю. Ю. Информационные технологии в математике: уч. пособие. — Изд. 2-е. — М.: Издательство ЛКИ — 2008. — 136 с.
17. Шокин Ю. И. Интервальный анализ. Новосибирск: Сибирское отделение издательства Наука — 1981 — 112 с.
18. Maggesi M., and Simpson C. Information technology implications for mathematics — a view from the French riviera. URL: <http://math.unice.fr/~carlos/preprints/itm8.pdf> (дата обращения: 14.10.2016).

## References

1. Anisimov A.V., Dzhebelyan T., Lyaletskiy A.V., Popov N. Sistemy Theorema i avtomatizatsiya deduktzii: sravnitel'nyy analiz // Upravlyayushchie sistemy i mashiny. — 2011. — № 4. — S. 59-63.
2. Babenko K. I. O dokazatel'nykh vychisleniyakh i matematicheskom eksperimente na EVM // UMN. — 1985. — Т. 40. — № 4(244). — S. 137-138.
3. Batrakov V. A., V.I. Shelekhov V. I. Avtomaticheskoe dokazatel'stvo formul korrektnosti predikatnoy programmy v sisteme Russell // preprint № 163. Novosibirsk — 2012. — 32 с. URL: <http://www.iis.nsk.su/files/preprints/163.pdf>.
4. Voronin A. V., Bogoyavlenskiy Yu. A., Kuznetsov V. A. Prepodavanie prikladnoy matematiki i informatsionnykh i kommunikatsionnykh tekhnologiy v Petrozavodskom gosudarstvennom universitete: istoriya stanovleniya // Trudy SORUCOM 2014, Tret'ey mezhd. konf. "Razvitie vychislitel'noy tekhniki i ee programmnoy obespecheniya v Rossii i stranakh byvshego SSSR: istoriya i perspektivy". Kazan'. — 2014. — S. 71-78.
5. Govorukhin V., Tsibulin B. Komp'yuter v matematicheskom issledovanii — Spb: Piter, — 2001 — 624 s.

6. Glushkov V. M. Nekotorye problemy teorii avtomatov i iskusstvennogo intellekta // Kibernetika. — 1970. — Т. 2. — С. 3-13.
7. Zhuravlev Yu. I. Fundamental'no-matematicheskii i obshchekul'turnyy aspekty shkol'noy informatiki. // Informatika. Izdatel'skiy dom "Pervoe sentyabrya". — 2007 — № 02. URL: <http://inf.1september.ru/article.php?ID=200700205>.
8. Kas'yanov V. N. Voprosy obucheniya matematikov programmirovaniyu. // Vserossiyskaya konf. «Matematika i obshchestvo. Matematicheskoe obrazovanie na rubezhe vekov». Dubna — 2000. — М.: Izdatel'stvo MTsNMO. — 2000. — С. 472-475.
9. Kozel O. N., Karakozov S. D., Ryzhova N. I. Informatsionno-vychislitel'naya kompetentnost' vypusknika vuza (na primere uchitelya informatiki). // Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie. Sb. izbrannykh trudov VII mezhd. nauchno-prakticheskoy konf. [Pod red. Prof. V. A. Sukhomlina]. — М.: INTUIT.RU/ — 2012. — С. 182-186.
10. Kosovskiy N. K., Leonov G. A., Terekhov A. N. Rol' matematicheskogo obrazovaniya v podgotovke spetsialistov po informatsionnym tekhnologiyam Tr. Sankt-Peterburgskogo nauchnogo foruma "Nauka i obshchestvo. Informatsionnye tekhnologii" URL: [http://www.math.spbu.ru/user/ant/all\\_articles/083\\_Terekhov\\_Leonov\\_Kosovsky.pdf](http://www.math.spbu.ru/user/ant/all_articles/083_Terekhov_Leonov_Kosovsky.pdf).
11. Lebedev G. V., Kushnirenko A. G. Programmirovaniye dlya matematikov: uch. posobie dlya vuzov po spetsial'nostyam «Matematika» i «Prikladnaya matematika». — М.: Nauka. — 1988. — 384 s.
12. Nepuyvoda N.N., Skopin I.N. Osnovaniya programmirovaniya. Izhevsk; Moskva: RKhD. — 2003. — 367 s.
13. Ragulina M. I. Informatsionnye tekhnologii v matematike : uch. posobie — Akademiya — 2008 — 304 s.
14. Rezul'tat poiskovogo zaprosa. URL: [http://moeobrazovanie.ru/search?section=vuz&result&kod\\_okso=01.03.01](http://moeobrazovanie.ru/search?section=vuz&result&kod_okso=01.03.01) (data obrashcheniya: 13.10.2016).
15. Rekomendatsii po prepodavaniyu programmnoy inzhenerii i informatiki v universitetakh = Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering; Computing Curricula 2001: Computer Science: per. s angl. — М.: INTUIT.RU «Internet-Universitet Informatsionnykh Tekhnologiy» — 2007. — 462 s.
16. Tarasevich Yu. Yu. Informatsionnye tekhnologii v matematike: uch. posobie. — Izd. 2-e. — М.: Izdatel'stvo LKI — 2008. — 136 s.
17. Shokin Yu. I. Interval'nyy analiz. Novosibirsk: Sibirskoe otdelenie izdatel'stva Nauka — 1981 — 112 s.
18. Maggesi M., and Simpson C. Information technology implications for mathematics — a view from the French riviera. URL: <http://math.unice.fr/~carlos/preprints/itmath8.pdf>

Поступила 11.10.2016

**Об авторах:**

**Сиговцев Геннадий Сергеевич**, доцент кафедры информатики и математического обеспечения Петрозаводского государственного университета, кандидат физико-математических наук, [sigovtsev@pertsu.ru](mailto:sigovtsev@pertsu.ru);

**Чарута Марина Анатольевна**, старший преподаватель кафедры информатики и математического обеспечения Петрозаводского государственного университета, [charuta@cs.karelia.ru](mailto:charuta@cs.karelia.ru).