

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.109>**ИДЕИ И МЕТОДЫ, ОПЕРЕДИВШИЕ ВРЕМЯ: ОТ ШКОЛЬНЫХ ТЕТРАДЕЙ ДО АЛГОРИТМОВ НЕЙРОСЕТЕЙ**

Письмо к редактору

Борисова Е.В.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0003-1476-7301;¹ Тверской государственный технический университет, Тверь, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (elenborisov[at]mail.ru)

Аннотация

В научно-биографической статье приведены этапы жизни и творчества советского педагога и математика В.М. Брадиса. Рассмотрены два основных направления научных исследований — методы приближенных вычислений и методика их преподавания в школьном курсе. Проведен исторический анализ предпосылок, теоретических и практических результатов создания «Четырехзначных математических таблиц». Представлена архивная информация, воспоминания членов семьи, коллег, учеников о незаурядном человеке, проработавшем более пятидесяти лет в одном вузе. Подобраны редкие фотоматериалы и личностные факты из архивов. Показана связь авторского подхода к теории приближенных вычислений с современными технологиями и педагогическими методиками развития алгоритмического мышления.

Ключевые слова: В.М. Брадис, жизненный путь, вычислительная культура, педагогические методики, научное наследие.

IDEAS AND METHODS AHEAD OF THEIR TIME: FROM SCHOOL NOTEBOOKS TO NEURAL NETWORK ALGORITHMS

Editorial

Borisova Y.V.^{1,*}¹ ORCID : 0000-0003-1476-7301;¹ Tver State Technical University, Tver, Russian Federation

* Corresponding author (elenborisov[at]mail.ru)

Abstract

The scientific and biographical article describes the stages of the life and work of Soviet educator and mathematician V.M. Bradis. Two main areas of scientific research are covered: approximate methods and technique of teaching them in school courses. A historical analysis of the prerequisites, theoretical and practical results of the creation of the 'Four-digit mathematical tables' is carried out. Archival information and memories of family members, colleagues and students about this extraordinary man, who worked for more than fifty years at one university, are presented. Rare photographs and personal facts from the archives have been selected. The connection between the author's approach to the theory of approximate method and modern technologies and pedagogical methods for developing algorithmic thinking is demonstrated.

Keywords: V.M. Bradis, life journey, computing culture, teaching methods, scientific legacy.

Введение

В истории науки и техники есть открытия, которые, будучи сделанными в прошлых столетиях, обретают вторую жизнь в настоящем времени. Одним из таких примеров является теоретическое, методологическое и практическое наследие Владимира Брадиса — советского математика, разработавшего методы приближенных вычислений, вошедших в золотую коллекцию инженерных и математических знаний. Его знаменитые четырехзначные таблицы, созданные в двадцатых годах прошлого века, сегодня воспринимаются как анахронизм, однако их истинная ценность проявляется на более глубоком уровне в реалиях сегодняшнего дня. Заложенные и обоснованные им принципы позволяют превратить сложные математические расчеты в серии элементарных действий. Предложенные методы приближенных вычислений проникли в самую ткань современных цифровых технологий. Одна из главных составляющих генеративного интеллекта — это способность быстро и точно приближать сложные функции, используя приближенные методы. Нейросети представляют различные функции в виде многослойных структур, каждая из которых приближает часть исходной функции. Например, функции активации нейронов (ReLU, Softmax) часто аппроксимируют сложные нелинейности с помощью полиномов, аналогичных тем, что использовал В.М. Брадис. Его идеи, предложенные, обоснованные и реализованные в научной практике, удивительно универсальны. Они позволяют находить разумные компромиссы между точностью и производительностью. Достичь высокой точности расчетов зачастую возможно лишь с помощью сложных алгоритмов и вычислений, что существенно увеличивает время их выполнения. Между тем, если приоритет отдается скорости вычислений, алгоритмы нередко упрощаются, что неизменно ведёт к снижению точности.

Например, при работе с изображениями, модели глубокого обучения оптимизируются так, чтобы обеспечить высокую скорость обработки при сохранении достаточной точности для задач распознавания. Или адаптивные алгоритмы — динамически регулируют уровень точности в зависимости от контекстных требований. Основой этих

для методов и подходов является идея разложить сложную функцию на ряд простых и лёгких для вычисления компонентов.

Использованы материалы Псковского историко-архитектурного музея и мемориального кабинета В.М. Брадиса во Пскове, мемориальные статьи и воспоминания коллег и последней жены Е.Ф. Даниловой, отзывы учеников, архивные материалы Тверского государственного университета. Изучены основные научные труды ученого по теории приближенных вычислений и методике преподавания математики в средней школе. Проведен анализ исторического наследия в контексте современности.

Результаты и обсуждение

Владимир Модестович Брадис (1890–1975) «...в начале научного пути поставил себе три основные задачи: повышение вычислительной культуры учащихся; подготовка учителей математики; создание и проверка методических приёмов в обучении вычислениям, на решение которых направил весь свой научный потенциал», читаем в обзоре его творческого пути [25]. История подтвердила точность его формулировок текущих и будущих вопросов на этапах развития вычислительной науки и народного образования. И далее, он уже «не позволял себе отвлекаться на другие направления, хотя они могли бы быть более интересные, а профессиональный уровень ученого, без сомнения, позволял бы их успешно реализовать» [14, С. 7].

А начиналось все в далеком 1912 году. Бывший ссыльный Владимир Брадис, имея на руках вместо аттестата только свидетельство о поведении из Тобольской мужской гимназии, переехал в Санкт-Петербург и поступил на математическое отделение физико-математического факультета университета (рис. 1) [10], [11].



Рисунок 1 - В.М. Брадис – студент Санкт-Петербургского университета
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.109.1>

Примечание: источник [29]

Одновременно с учебой в университете будущий ученый активно занимался научными изысканиями в лаборатории физики и астрономии, что помогло ему освоить методы расчета с учетом погрешностей и технику конечных разностей. Эта самостоятельная инициатива заложила основу его последующей научной деятельности, связанной с повышением вычислительной культуры учащихся средней школы [12]. Дипломная работа выпускника университета В.М. Брадиса — «Заострённые кривые III порядка», выполненная досрочно за три года вместо предусмотренных четырех, получила высокую оценку кафедры и была признана достойной базой для продолжения образования. «Профессор Ю.В. Сохоцкий настоятельно рекомендовал руководству физико-математического факультета СПбГУ зачислить Владимира Модестовича в аспирантуру при кафедре чистой математики, что дало возможность приступить к серьёзной научно-исследовательской деятельности», вспоминала Е.Ф. Данилова [14, С. 16]. Одновременно с аспирантурой молодой ученый успешно преподавал в Коммерческом училище при Путиловском заводе, крупнейшем центре металлургии и машиностроения России того времени. Путиловский завод в Европе уступал только германским заводам Круппа и английским арсеналам Армстронга. Именно при этом крупном промышленном предприятии было открыто Коммерческое училище, где рабочие могли получить не только общее, но и дополнительное коммерческое образование. Это учебное учреждение возглавлял известный педагог и методист В.А. Герд, внесший значительный вклад в улучшение преподавания естественных наук, и педагогическое совершенствование всего образовательного процесса. Владимир Брадис, преподавая в этом училище, обратил внимание на необходимость освоения учащимися технических учебных заведений методов численных расчетов. В то время в России шла активная реформа математического образования, и молодой аспирант, обладая пытливым умом и деятельной натурой, не смог остаться в стороне от этого процесса. «Интерес к повышению эффективности и совершенствованию методик преподавания математики пробудил у него стремление развить практику данного направления» [21, С. 85].

Продолжением его научно-методической работы, начатой в училище Путиловского завода, стало составление всемирно известных «Четырёхзначных математических таблиц». Сохраняя историческую справедливость, заметим, что «...и четырёхзначные математические таблицы В. Брадиса, и пятизначные Е. Пржевальского имеют в своей основе таблицы Непера» [22, С. 26]. Заметим, что таблицы Джона Непера, составленные шотландским математиком еще в 1614 году, содержали только логарифмы тригонометрических функций, что упрощало деление и умножение.

Окончательный вариант таблиц был составлен Владимиром Брадисом со своими учениками в 1921 году в Тверском институте народного образования. Они впервые были опубликованы с названием «Таблицы четырёхзначных логарифмов и натуральных тригонометрических величин» и содержали квадраты и кубы чисел, квадратные корни, логарифмы, тригонометрические функции в градусах и радианах, а также обратные тригонометрические функции. Их предназначение — научить школьников принципам использования таблиц для приближенных вычислений. По отзывам современников, ставшие широко известными таблицы В.М. Брадис ни в коем случае, не считал своим главным достижением.

Вернемся, однако в Петербург. В 1916 году Владимир знакомится со своей первой женой — Елизаветой Викторовной Чебуркиной. «Она была преподавателем литературы, имела опыт воспитательной внеклассной работы, который оказался очень полезен начинающему педагогу. Вместе проводили общие собрания с учащимися, совместно подготавливали культурные мероприятия, организовывали посещение выставок и музеев» [11, С. 154]. Среди архивных материалов Владимира Модестовича во Пскове хранится «Программа» школьной вечеринки на историческую тему. Вечеринка была проведена 26 ноября 1916 года и посвящена периоду царствования Ивана IV (Грозного). Составленная «Программа» говорит о тематическом интеллектуальном мероприятии, которое должно расширять кругозор детей, дополняя школьные знания (рис. 2). В архивных записях читаем: «Ученики читали сообщения о жизни и царствовании Иоанна Грозного, а также стихи, монологи из трагедии А.К. Толстого «Смерть Иоанна Грозного». Владимир Модестович методически четко расписал темы выступлений ребят, которые позволяют раскрыть целую историческую эпоху, отметив наиболее важные события этого периода [10].

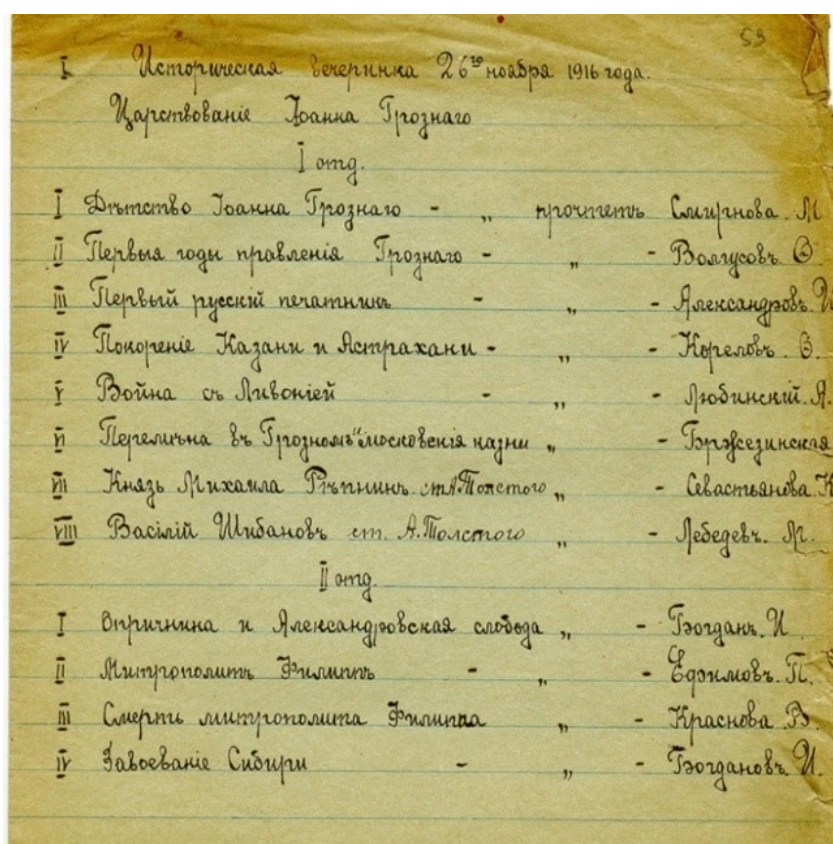


Рисунок 2 - Программа детского мероприятия, проводимого В.М. Брадисом
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.109.2>

Примечание: источник [25]

Документы своей молодости и начала учительства В.М. Брадис бережно хранил всю свою жизнь. Пропитавшись атмосферой беспокойных времен, они берегли память о первых шагах в педагогике, о годах молодости и юношеских надеждах. В столице Российской империи открывались широкие перспективы и будущее казалось безмятежным: молодая семья, плодотворная академическая карьера, любимые занятия и вера в лучшее завтра. Однако суровая реальность внесла свои жесткие коррективы: из охваченного революционными бурями Петрограда, подальше от голода, нужды и страданий Первой мировой войны, супруги Брадисы решили переселиться в более спокойную провинциальную Тверь, куда прибыли весной 1917 года [12].

Здесь Владимир Модестович занимается преподаванием математики на постоянных курсах Тверского губернского земства. В молодой советской республике значительно возросло количество школ и, следовательно, возросла потребность в педагогах. «Аудитория к занятиям была более подготовлена — новые учителя и преподаватели математики. Постоянные курсы были призваны повысить теоретическую и профессиональную квалификацию

учителей» [13, С. 84]. Так, Тверь (позже переименованная в г. Калинин), стала основным местом научного творчества В.М. Брадиса, которому он отдал более 50 лет жизни (рис. 3).



Рисунок 3 - В.М. Брадис – начальные годы работы в Твери
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.109.3>

Примечание: фото из музея истории ТвГУ

Его внешность соответствовала стереотипному образу математика: худощавый, в роговых очках, с острым взглядом и тонким профилем. «Никогда не терял времени впустую: едва прозвенит звонок, сразу приступал к объяснениям. Его занятия проходили в просторном актовом зале, куда стекались жаждущие знаний студенты», вспоминала одна из его студенток [24, С. 76]. Уже «в июне 1920 года он занял должность преподавателя математики в открывшемся Институте народного образования, в 1928 году стал доцентом, а с 1934 года — профессором» [26, С. 131]. Следует помнить, что в 30-е годы в регионах специалистов с учеными степенями и званиями было крайне мало, даже обладателей высшего образования искали с трудом. Столичный математик с яркой революционной биографией обладал всеми качествами, необходимыми для того, чтобы стать ведущим преподавателем нового учебного заведения. Даже в тяжелые годы Великой Отечественной войны, когда в 1942–1943 годах В.М. Брадис, являясь заместителем директора института по учебной части, продолжал активно заниматься общественной и научной деятельностью.

В Твери научно-педагогический талант В.М. Брадиса быстро расцветал: он разрабатывал новые вычислительные методы, совершенствовал методику преподавания приближенных вычислений для школьников. В советские времена возглавил кафедру математики в Калининском педагогическом институте, вел городской математический кружок для учащихся 9–10-х классов и считал своей главной миссией преподавание математики, которому посвятил значительную часть своей жизни (рис. 4).



Рисунок 4 - Выпуск математиков 1926 года. В.М. Брадис во втором ряду, третий справа
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.109.4>

Примечание: фото из музея истории ТвГУ

Вклад В.М. Брадиса в науку и образование был высоко оценён государством: он был награждён медалями «За доблестный труд в период Великой Отечественной войны», медалью Ушинского, а также нагрудным знаком «Отличник народного просвещения». В 1955 году он был избран членом-корреспондентом Академии педагогических наук РСФСР, а в 1957 году ему присвоили почётное звание заслуженного деятеля науки РСФСР [3].

В 1957 году В.М. Брадис успешно защитил докторскую диссертацию по редкой в то время специальности «Методика математики». Тема диссертации — «Вычислительная работа в курсе математики средней школы». Эксперты оценили его вклад в педагогическую науку как значительный. Основная заслуга учёного заключалась в разработке уникального подхода, минимизирующего объем вычислений при сохранении точности. Суть его метода заключается в том, что «разнообразные расчёты выполняются один раз с высокой точностью, а затем все результаты сводятся в удобную табличную форму» [27, С. 130]. Это значительно упрощает дальнейшие вычисления и позволяет экономить время и усилия.

Почему таблицы Брадиса всего лишь четырехзначные? Дело в том, что подход к вычислениям, по большей части приближенным, претерпел значительные изменения. Изначально, еще в XIX веке, возникла необходимость повышения вычислительной культуры учащихся, о чём писали такие ученые, как Н.И. Лобачевский [23] и В.П. Ермаков. Последний подчеркивал важность для учащихся средних школ простых и точных вычислений, настаивая «на необходимости удерживать лишь нужное количество значащих цифр, чтобы избежать лишних действий». В.П. Ермаков настойчиво обращал внимание на то, что ... при всяком вычислении нужно ответить на вопрос: с какою точностью найден результат...и получать этот результат возможно быстрее. Про технику приближенных вычислений ученики школ не слышали, так учащийся приняв значение числа $\pi=3,14$, дальнейшие вычисления проводит с использованием многозначных логарифмов [16].

Академик А.Н. Крылов указывал на слабость старых традиций, отметив, что многие ошибочно считают лишние цифры признаком точности. В.М. Брадис выбрал четырехзначные вычисления, чтобы минимизировать бесполезные вычисления и позволить учащимся сосредотачиваться на главном: понимании и правильной оценке результата. Таким образом, четырехзначные таблицы стали итогом сознательного и доказанного выбора в пользу рациональных и точных вычислений, освободив учащихся от избыточных манипуляций и помогая сконцентрироваться на изучении математики. Практическим основанием научного направления, избранного Владимиром Модестовичем стали слова А.Н. Крылова: «Приступив в 1892 г. к чтению курса теории корабля, я предпослал этому курсу основания о приближенных вычислениях вообще и в приложении к кораблю в частности, выставляя как принцип, что вычисление должно производиться с той степенью точности, которая необходима для практики, причем всякая неверная цифра составляет ошибку, а всякая лишняя цифра — половину ошибки. Насколько практика этого дела была несовершенная, я показал на ряде примеров, где 90% было таких лишних цифр, которые без ущерба для точности результата могли быть отброшены, а в одном вычислении, исполненном в чертежной Морского технического комитета, такой напрасной работы было 97%...» [20, С. 14].

Франц Симашко справедливо заметил, что в практике чаще всего встречаются приближенные величины, а не точные числа, так как любые измерения неизбежно сопровождаются погрешностями. «Небольшие погрешности, возникающие при измерениях, часто можно проигнорировать, но последующие действия с приближенными величинами могут привести к значительному накоплению ошибок, что недопустимо оставить без внимания» [4, С. 14]. Растущие запросы техники и технологий вызвали необходимость в рационализации уже на уровне школьных

вычислений, особенно в операциях с приближенными значениями. В.М. Брадис детально рассмотрел существующие направления в теории вычислений и пришёл к выводу, что главной проблемой является недостаточная научная база практических методов работы с приближенными значениями и обучению им школьников. Это наблюдение послужило отправной точкой для его исследований и разработок в области рационализации вычислений в средней школе [4], [5].

В конце 19-го начале 20 века теории классических приближенных вычислений было посвящено большое количество работ российских и советских математиков: П.Л. Чебышева, А.Н. Колмогорова, С.М. Никольского, В.М. Тихомирова и др., в которых раскрываются три основных направления, условно названные В. Брадисом «классическим», «техническим» и «геодезическим». Кратко поясним их суть.

Классическое вычисление выполняется с учетом погрешностей и может проявляться в двух способах: «границ погрешностей» и «границ» [17]. По мнению Владимира Модестовича, в методической литературе преимущественно рассматривался способ границ погрешностей. Но в тоже время он отмечал идейную простоту, строгость по существу и большие перспективы успешного применения в научной работе способа границ. Этим способом еще в древности пользовался Архимед при вычислении числа π , указав две границы его приближенного значения, и выбрал верхнюю границу в качестве значения числа $\pi = 22/7$ (3,142857).

Техническое направление в приближенных вычислениях основано на принципе, сформулированном академиком А.Н. Крыловым: «Результат всякого вычисления должен быть записан так, чтобы все значащие цифры были верны, за исключением последней, которая может быть сомнительной не более чем на одну единицу» [20, С. 18]. Это правило требует строгого контроля абсолютной погрешности приближенного результата, которая не должна превышать единицы разряда последней цифры. Однако современники отмечали, что сам А.Н. Крылов не всегда строго придерживался своего принципа, допускал некоторую неопределенность в установлении границы погрешности. Современные исследователи, такие как академик В.Л. Поздунин, П.Ф. Папкович, Ю.А. Шиманский, также отмечали неоднозначность применения этого правила. Вследствие этих разногласий техническое направление не получило широкой популярности среди методистов, особенно в школьной практике, так как требовало слишком сложных расчетов и не давало однозначных и простых правил для использования.

Геодезическое направление в теории приближенных вычислений основывается на теории вероятностей и рассматривает не только предельные погрешности, но и вероятности различных значений отклонений. Это отдельное научное направление, известное как «теория ошибок», «теория уравнивания», «Ausgleichungslehre» или «теория уравнивательных вычислений». Геодезическое направление полностью опирается на теорию вероятностей и широко применяется в расчетных задачах астрономии и геодезии (П. Лаплас, А.Н. Савич, А.П. Болотов, О.А. Вольберг). В работах этого направления характерно использование не только предельных погрешностей, но и среднеквадратичных погрешностей. Например, А.С. Чеботарев подчёркивает, что «при сложении пяти слагаемых, округлённых до сотых долей, следует сохранить все полученные цифры, а не округлять сумму до десятых, как это часто рекомендуется» [4, С. 68]. С позиций школьного обучения важно, что в геодезическом направлении отсутствуют простые и универсальные правила, позволяющие без дополнительных расчетов определить, какие цифры следует сохранять, а какие отбрасывать в результате операций с приближенными значениями.

Существенной причиной низкой популярности методов приближенных вычислений в школе является сложность рекомендуемых практических правил. Французский математик Ж. Бурже в 1860 году подчёркивал, что учащиеся испытывают трудности с применением методов приближенных вычислений именно потому, что авторы чрезмерно углубляются в теорию, усложняют процесс и теряют простоту операций. Он отмечал, что основной принцип приближенных вычислений заключается в краткости и простоте действий, и любое усложнение следует избегать. Именно эта простота должна стать приоритетом при разработке методов и правил приближенных вычислений для учащихся. По его мнению, «краткость операций является целью, которую себе ставят; всякое более или менее сложное рассуждение должно быть из практических применений устранено: в этом основной принцип, который никогда нельзя упускать из вида, говоря о числовых выкладках» [28, С. 45].

Покажем в сравнении два подхода в приближенных вычислениях. Например, «сколько цифр следует сохранить в произведении четырех сомножителей: 84,18; 126,70; 6,858; 928,3? После достаточно долгих выкладок по геодезическому методу, получен ответ: произведение равно 67 900 249,09 752 840. Результат надо округлить до тысячных, так как средняя квадратичная его погрешность составляет около 13 900. В результате получается число 67 900 000, которое удобно записать в виде $6,790 \cdot 10^7$. Проведем вычисление по способу границ. Получаем, что искомое произведение больше, чем $6,788 \cdot 10^7$, и меньше $6,792 \cdot 10^7$, то есть результат можно записать в виде $(6,790 (\pm 0,002)) \cdot 10^7$ » [7, С. 4]. «Как видим, способ границ без дополнительных выкладок по оценке погрешности результата, дал сравнимый результат, без сложностей «геодезического» направления». [4, С. 71].

В.М. Брадис провел детальный анализ трёх направлений в теории приближенных вычислений и обнаружил, что первое направление, требующее больших дополнительных расчетов для учета погрешности, и третье направление, опирающееся на теорию вероятностей и требующее ее глубокого понимания и умений сложных вычислений, не могут стать основными, особенно для школьной математики. Даже в инженерной практике оба направления требуют значительных усилий и не могут быть применены всеми и повсеместно из-за сложности теории. Главная проблема приближенных вычислений заключается в том, что, согласно разнообразным правилам, число точных цифр в результате всегда меньше числа точных цифр в исходных данных. После нескольких арифметических действий, таких как умножение, деление или возведение в степень, от исходных чисел останутся только приблизительные значения, не имеющие точных цифр. Поэтому практическая ценность таких правил крайне низкая, и на практике они практически не используются.

Одновременно, некоторые простые правила технического направления, такие как правило, принятое в Ленинградском астрономическом институте и гласящее, что «при логарифмических действиях с приближенными числами из k цифр можно получить не более k точных цифр, получили широкое распространение и применение»,

писал В.М. Брадис по результатам его общения с Б.В. Нумеровым, когда он был заместителем директора этого института [4, С. 97].

В 1923 г. были опубликованы первые научные результаты. В.М. Брадис провёл детальное исследование предельных погрешностей и распределения фактических погрешностей в результатах арифметических действий. Он доказал теоремы о предельных погрешностях и привел результаты статистического исследования, подтвердив свою гипотезу о распределении погрешностей. Впоследствии картина распределения погрешностей была уточнена, подтвердив эффективность разработанных им «правил подсчета цифр».

Эти правила определяют, что при арифметических действиях с приближёнными числами из k значащих цифр можно получить не более k точных цифр. Приемлемая точность, обоснованная В.М. Брадисом, составила четыре значащие цифры [6].

Дальнейшие исследования, изложенные в его теоретических работах «Умножение приближенных чисел» (1925 г.) и «Опыт обоснования некоторых практических правил действий над приближенными числами» (1927 г.), окончательно утвердили обоснованность и целесообразность этого правила. После подтверждения теоретической основы предложенных им правил В.М. Брадис активно пропагандировал этот подход в своих докладах, статьях, книгах для учителей, учебниках для студентов педагогических институтов и учащихся средней школы. Его идеи нашли сторонников и последователей, среди которых был и Венедикт Порфирьевич Демкович, автор популярного учебника физики и сборников задач для средней школы. В них с успехом применен и методически донесен до учеников способ подсчёта чисел при решении задач по физике» [15].

Несмотря на большой теоретический вклад в области приближения и интерполирования функций, который актуален и на сегодняшний день, В.М. Брадис более известен как непревзойденный методист, новатор математического образования. Диапазон его личности был необычайно широким: от разработки учебных программ, написания учебников и методических пособий для студентов педвузов, учителей и школьников до подготовки научных кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре. В педагогической деятельности он делал акцент на четком понимании задач учителя, знании содержания программы и владением методикой преподавания, соответствующей духу времени.

Своей главной задачей В.М. Брадис считал совершенствование методики преподавания математики в средней школе и вузе. Он выступал за изучение математики в старших классах в тесной взаимосвязи с наукой, что подразумевало повышение теоретического уровня преподавания и демонстрацию практических возможностей математики» [19]. В контексте изучения математики на всех уровнях больше всего придавалось значение индукции, анализу, сравнению поскольку это определяет понимание и способствует успешному усвоению материала. «Бесконечно разнообразны те ошибки, которые совершались и совершаются в различных математических рассуждениях... Рассмотреть с учащимися средней школы хотя бы некоторые такие ошибки полезно по двум причинам: во-первых, хорошо ознакомившись с какой-нибудь ошибкой, мы страхуем себя от повторения такой ошибки в будущем. Во-вторых, самый процесс разыскания ошибки легко сделать весьма увлекательным для учащихся, и изучение ошибок становится средством поднять интерес к изучению математики» писал Владимир Модестович в книге «Ошибки в математических рассуждениях» [9].

Не случайно, фундаментальная работа В.М. Брадиса «Методика преподавания математики в средней школе» переиздавалась более 60 раз, в том числе на иностранных языках. В ней, на основе обобщенного и собственного профессионального опыта, подробно и доступно изложены методические приемы, подходы и методы. «Что должны указать ученики в своих устных и письменных ответах? Какие требования являются обязательными, а какие желательными? Что может девальвировать работу, а за что нужно повышать оценку?» [5, С. 14]. С позиций сегодняшнего дня совершенно очевидно, что эта книга была рассчитана на далекую перспективу. Некоторые из, опубликованных В.М. Брадисом, передовых педагогических и методических подходов, стали осуществляться только спустя многие годы.

Тема приближённых вычислений приобрела актуальность только в 1960-х годах, когда начали вводить задания из реальной жизни, требующие применения правил действий с приближёнными числами. Это включало работу на местности, измерение элементов объектов и использование рациональных и быстрых методов вычислений с помощью доступных технических средств [1].

Впоследствии эти методические подходы были введены в программы общеобразовательных школ. Но еще в 1949 году в учебнике В.М. Брадиса для студентов педагогических институтов «Методика преподавания математики» присутствовали идеи, совпадающие с передовыми взглядами 1970-х годов. В нём были изложены интересные педагогические и методические идеи, некоторые из которых были реализованы лишь спустя 15 лет. Впоследствии, в школьных сборниках задач перестали использовать искусственно подобранные числовые данные, против которых выступал В.М. Брадис, и ввели жизненные задачи, требующие знания правил действий с приближёнными числами.

Специалисты, изучающие творческое наследие Владимира Модестовича, отмечают его своеобразную организацию работы и отдыха. «На протяжении всей своей жизни вел дневники, в которых очень кратко на одной странице записывал список задач на каждый день: расписание лекционных, практических и семинарских занятий, заседание учёного совета, кафедры, месткома и т.п. Далее планировались работы по более «свободному» графику: индивидуальная работа с учениками, посещение общежитий студентов, работа в методических комиссиях учителей, посещение занятий преподавателей института, занятия с семьей, отдых, поездки за город. иметь самую свежую информацию по интеллектуальному и научно-техническому развитию страны» [11, С. 39]. Такой насыщенный график удавалось реализовывать благодаря раннему подъему, в 4 часа утра. Ранние утренние часы он считал самыми ценными и посвящал их работе, требующей большого внимания. Важной особенностью характера ученого была удивительная пунктуальность и аккуратность — проведение занятий, совещаний всегда были без опозданий, и результаты своей основной и общественной работы (статьи, доклады, аналитические справки) он также сдавал в строго установленные

сроки. «Деловые встречи, как правило, Владимир Модестович проводил на своей квартире и строго отведенное для этого время. Опоздать на какое-либо мероприятие он не мог себе позволить. Консультации для аспирантов обычно назначались на вечерние часы» [10, С. 157]. Привычку четко планировать занятость и ценить своё, а прежде — чужое время переняли многие ученики В.М. Брадиса.

Всю свою научно-исследовательскую и педагогическую деятельность он провёл в Калининском педагогическом институте, где проработал с 1921 по 1973 год. Именно здесь начался его путь в науке, здесь он вырос, добился известности, признания научного и педагогического сообщества. К 1969 году Владимир Модестович остался без семьи. Супруга Елизавета Викторовна умерла еще в 1942 году после возвращения из эвакуации, а сыновья и дочь выросли и покинули родительский дом. Видимо, ученый остро чувствовал свое одиночество и потребность в поддержке, товарищеском участии, что объясняет его решение вступить в брак в третий раз в возрасте 79 лет. Его избранницей стала почти ровесница Евгения Феодосьевна Данилова, которой на тот момент исполнилось 65 лет (рис. 5).



Рисунок 5 - В.М. Брадис с женой Е.Ф. Даниловой
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.109.5>

Примечание: фото из архива Брадиса В.М. г. Псков

Третья супруга В.М. Брадиса, сначала была его аспиранткой, а затем коллегой по кафедре методики преподавания математики в Калининском государственном педагогическом институте. Она приложила много усилий для сохранения творческого наследия и памяти своего знаменитого мужа [12], [13], [14].

В конце декабря 2025 года исполнилось бы 135 лет со дня рождения В.М. Брадиса. Этот ученый обладал уникальной способностью своевременно выявлять и формулировать актуальные вопросы, связанные с развитием науки и школьного образования. Своевременность и точность формулировок делали его работы востребованными и актуальными на каждом этапе развития образовательной системы. Научно-исследовательские работы В.М. Брадиса в области совершенствования численных расчетов имели большое практическое значение, оказывая влияние на развитие методики преподавания математики и повышение качества образования [8].

Заключение

В 1964 году журнал «Математика в школе» организовал дискуссию, в ходе которой выяснилось, что некоторые преподаватели предъявляют завышенные требования к правилам подсчёта цифр, которые не были предусмотрены и от которых предостерегал В.М. Брадис. Многие преподаватели математики недостаточно ясно понимают вероятностный смысл его правил. Это приводит к их ошибочному применению в школьном курсе к теории приближённых вычислений [6], [7]. В своих методиках В.М. Брадис уделял особое внимание построению вычислительной схемы, представляющей собой разметку листа бумаги, где каждое число размещается в заранее отведённом месте. Правильно составленная схема «позволяет освободить вычислителя от необходимости обдумывать ход вычислений и облегчает контроль результатов как самим вычислителем, так и третьими лицами», наставлял ученый [6, С. 6]. Кроме того, В.М. Брадис рекомендовал «использовать вспомогательные средства вычислений, что позволяет экономить время, снижать утомляемость и уменьшать количество ошибок» [6, С. 14].

Отдельно стоит сказать об историческом и современном значении наследия Владимира Брадиса. Его методы преподавания приближённых вычислений дали миллионам советских школьников и студентов твёрдые основы математических знаний. Умение решать практические задачи с приближёнными вычислениями оказало значительное влияние на их развитие критического и алгоритмического мышления. Сегодня такие вычисления требуют от учеников не столько механической работы с числами, но понимания, как оценить точность полученных результатов. У обучающихся возникают вопросы: «Насколько точен мой ответ? Можно ли доверять такому результату?» Это развивает критическое мышление и способность анализировать ситуацию. В процессе приближённых вычислений, важно уметь упорядочивать и структурировать информацию, что способствует развитию алгоритмического мышления. Ученики начинают осознавать, что любая задача может быть разбита на простые шаги, а каждый шаг приближает к правильному ответу. Это навык пригодится и в программировании, науке и бизнесе. Школьники, знакомые с приближёнными методами вычислений, легче осваивают такие сложные технологии, как машинное обучение и анализ данных. Они понимают, что сложные задачи можно решить по шагам, используя простые методы и инструменты. Это чувство уверенности распространяется и на другие области жизни, мотивируя обучающихся добиваться успеха в любом начинании, мотивируя к освоению новейших технологий и инновациям в различных сферах жизни.

Революционные для прошлого века вычислительные подходы были сформулированы просто и доступно для школьного образования. Научное и педагогическое творчество В.М. Брадиса явилось одним из тех кирпичиков по которым складывалось интеллектуальная сила советского общества, позволившая после разрушительной и самой страшной войны отправить человека в космос и соответствовать мировым тенденциям в науке и технике. Изучение наследия прошлого — это не просто акт почитания деятелей науки, но и мощный инструмент для создания технологий будущего. Когда мы говорим об искусственном интеллекте, мы вспоминаем имена его «крестных отцов»: Йошуа Бенджио, Джеффри Хинтон, Ян Лекун, ставшими обладателями самой престижной награды (2018) в сфере информационных технологий — премии Тьюринга. Все трое стояли у истоков искусственного интеллекта, работая над программами глубокого машинного обучения. Однако стоит заглянуть глубже, и окажется, что в основе архитектуры современных искусственных нейросетей, генеративных моделей, таких как ChatGPT или DALL-E, лежит механизм приближения сложных функций, аналогичный методам, предложенным нашим соотечественником — Владимиром Брадисом.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Благовещенский Н.И. О книге В. М. Брадиса «Методика преподавания математики в средней школе» / Н.И. Благовещенский // Математика в школе. — 1951. — № 3. — С. 71–74.
2. Блау М. Чем прославился В.М. Брадис? Конечно, таблицами Брадиса! / М. Блау // ШколаЖизни.ру. — 2010. — URL: <https://www.shkolazhizni.ru/biographies/articles/38974/> (дата обращения: 15.08.2025).
3. Брадис Владимир Модестович: 23.12.1890 – 23.05.1975: заслуженный деятель науки РСФСР // Педагогический некрополь. — 2017. — URL: <http://pednecropol.ru/bradis-vladimir-modestovich/> (дата обращения: 14.09.2025).
4. Брадис В.М. Вычислительная работа в курсе математики средней школы / В.М. Брадис. — Москва : Издательство Академии педагогических наук РСФСР, 1962. — 252 с.
5. Брадис В.М. Методика преподавания математики в средней школе / В.М. Брадис — Москва : Учпедгиз, 1954. — 3-е изд. — 504 с.
6. Брадис В.М. Опыт обоснования некоторых практических правил действий над приближенными числами / В.М. Брадис. — Тверь, 1927. — 38 с.
7. Брадис В.М. О предельной погрешности произведения нескольких приближенных сомножителей / В.М. Брадис. — Тверь, 1928. — 11 с.
8. Брадис Владимир Модестович (23 декабря 1890 г. – 23 мая 1975 г.) // Центральная библиотечная система г. Пскова. — URL: <https://old.bibliopskov.ru/bradis.htm> (дата обращения: 25.07.2025).
9. Брадис В.М. Ошибки в математических рассуждениях / В.М. Брадис, В.Л. Минковский, А.К. Харчева. — Москва : Учпедгиз РСФСР, 1959. — 189 с.
10. Васильева З.К. Фонд Владимира Модестовича Брадиса в Древлехранилище Музея-заповедника / З.К. Васильева // Четвертые Псковские региональные краеведческие чтения. — Псков, 2014. — С. 152–167.
11. Воробьев В.М. 12 тверских математиков: очерки жизни и творчества / В.М. Воробьев. — Тверь : Седьмая буква, 2010. — С. 109–156.
12. Данилова Е.Ф. В.М. Брадис: детство, юность / Е.Ф. Данилова // Псковская правда. — 1977. — 19 июня.
13. Данилова Е.Ф. Владимир Модестович Брадис: К семидесятилетию со дня рождения / Е.Ф. Данилова // Математика в школе. — 1961. — № 3. — С. 83–85.
14. Данилова Е.Ф. Владимир Модестович Брадис: К 100-летию со дня рождения / Е.Ф. Данилова. — Тверь : ТГУ, 1990. — 40 с.

15. Демкович В.П. Приближенные вычисления в школьном курсе физики / В.П. Демкович, Н.Я. Прайсман. — Москва : Просвещение, 1967. — 117 с.
16. Ермаков В.П. Приближенное вычисление / В.П. Ермаков // Вестник опытной физики и прикладной математики. — 1905. — № 388. — С. 87–91.
17. Кавун И.Н. Приближенные вычисления. Курс элементарный / И.Н. Кавун. — Москва : Государственное издательство, 1922. — 125 с.
18. Каплун И. Таблицы Брадиса / И. Каплун // Уральский следопыт. — 1977. — № 1. — URL: <http://www.uralstalker.com/uarch/us/1977/1/73> (дата обращения: 12.07.2025).
19. Колягин Ю.М. Владимир Модестович Брадис / Ю.М. Колягин // Русская школа и математическое образование: наша гордость и наша боль. — Москва : Просвещение, 2001. — С. 181–182.
20. Крылов А.Н. Мои воспоминания / А.Н. Крылов. — Москва : АН СССР, 1942. — 83 с.
21. Лебедев Н.М. Математик и педагог Владимир Модестович Брадис (1890–1975) / Н.М. Лебедев // Выдающиеся педагоги Тверского края и их великие ученики. — Тверь : Наука и культура, 2010. — С. 83–89.
22. Лебедев Н.М. Математик и педагог Владимир Модестович Брадис (1890–1975) / Н.М. Лебедев // Люди науки на Тверской земле. — Тверь : Наука и культура, 2011. — С. 26–31.
23. Лобачевский Н.И. Алгебра, или Вычисление конечных / Н.И. Лобачевский. — Казань : Университетская типография, 1834. — X, 530 с.
24. Мои университеты: сборник воспоминаний выпускников и сотрудников университета / под ред. С.Н. Смирнова, О.К. Ермишкиной. — Тверь : Лилия Принт, 2006. — 120 с.
25. Несколько фактов о математике-педагоге Владимире Брадисе // Псковский государственный объединённый историко-архитектурный и художественный музей-заповедник. — 2022. — URL: https://museumpskov.ru/news/neskolko_faktov_o_matematike_pedagoge_vladimire_bradise (дата обращения: 05.10.2022).
26. Спасский А.Ф. Владимир Модестович Брадис: К 80-летию со дня рождения / А.Ф. Спасский // Учёные записки. — 1971. — Т. 88. — С. 128–140.
27. Чукашцев С.М. О «Четырёхзначных математических таблицах» Брадиса / С.М. Чукашцев // Математика и физика в средней школе. — 1934. — № 3. — С. 129–132.
28. Bourget J. Théorie élémentaire des approximations numériques / J. Bourget. — Paris, 1860. — 131 p.
29. Брадис Владимир Модестович // Псковский край: краеведческий портал Псковской областной универсальной научной библиотеки. — URL: <https://pskoviana.ru/istoriya/persony/uchenye/3219-vladimir-modestovich-bradis> (дата обращения: 05.08.2025).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Blagoveshchenskii N.I. O knige V.M. Bradisa «Metodika prepodavaniya matematiki v sredney shkole» [On the Book by V.M. Bradis "Methods of Teaching Mathematics in Secondary School"] / N.I. Blagoveshchenskii // Matematika v shkole [Mathematics in School]. — 1951. — № 3. — P. 71–74. [in Russian]
2. Blau M. Chem proslavilsya V.M. Bradis? Konechno, tablitsami Bradisa! [What Did V.M. Bradis Become Famous For? Of Course, the Bradis Tables!] M. Blau // ShkolaZhizni.ru. — 2010. — URL: <https://www.shkolazhizni.ru/biographies/articles/38974/> (accessed: 08.15.2025). [in Russian]
3. Bradis Vladimir Modestovich: 23.12.1890 – 23.05.1975: zasluzhennyy deyatel' nauki RSFSR [Vladimir Modestovich Bradis: December 23, 1890 – May 23, 1975: Honored Scientist of the RSFSR] // Pedagogicheskiy nekropol' [Pedagogical Necropolis]. — 2017. — URL: <http://pednecropol.ru/bradis-vladimir-modestovich/> (accessed: 09.14.2025). [in Russian]
4. Bradis V.M. Vychislitel'naya rabota v kurse matematiki sredney shkoly [Computational Work in the Course of Secondary School Mathematics] / V.M. Bradis. — Moscow : Publishing House of the Academy of Pedagogical Sciences of the RSFSR, 1962. — 252 p. [in Russian]
5. Bradis V.M. Metodika prepodavaniya matematiki v sredney shkole [Methods of Teaching Mathematics in Secondary School] / V.M. Bradis. — Moscow : Uchpedgiz, 1954. — 3rd edition. — 504 p. [in Russian]
6. Bradis V.M. Opyt obosnovaniya nekotorykh prakticheskikh pravil deystviy nad priblizhennymi chislami [Experience in Justifying Certain Practical Rules for Operations with Approximate Numbers] / V.M. Bradis. — Tver, 1927. — 38 p. [in Russian]
7. Bradis V.M. O predel'noy pogreshnosti proizvedeniya neskol'kikh priblizhennykh somnozhiteley [On the Limit Error of the Product of Several Approximate Factors] / V.M. Bradis. — Tver, 1928. — 11 p. [in Russian]
8. Bradis Vladimir Modestovich (23 dekabrya 1890 g. – 23 maya 1975 g.) [Vladimir Modestovich Bradis (December 23, 1890 – May 23, 1975)] // Tsentral'naya bibliotekhnaya sistema g. Pskova [Pskov Central Library System]. — URL: <https://old.bibliopskov.ru/bradis.htm> (accessed: 07.25.2025). [in Russian]
9. Bradis V.M. Oshibki v matematicheskikh rassuzhdeniyakh [Errors in Mathematical Reasoning] / V.M. Bradis, V.L. Minkovskii, A.K. Kharcheva. — Moscow : Uchpedgiz RSFSR, 1959. — 189 p. [in Russian]
10. Vasilyeva Z.K. Fond Vladimira Modestovicha Bradisa v Drevlekhranilishche Muzeya zapovednika [The Vladimir Modestovich Bradis Fund in the Ancient Repository of the Museum-Reserve] / Z.K. Vasilyeva // Chetvertye Pskovskie regional'nye kraevedcheskie chteniya [Fourth Pskov Regional Local History Readings]. — Pskov, 2014. — P. 152–167. [in Russian]
11. Vorobyev V.M. 12 tverskikh matematikov: ocherki zhizni i tvorchestva [12 Tver Mathematicians: Essays on Life and Work] / V.M. Vorobyev. — Tver : Sed'maya bukva, 2010. — P. 109–156. [in Russian]
12. Danilova E.F. V.M. Bradis: detstvo, yunost' [V.M. Bradis: Childhood, Youth] / E.F. Danilova // Pskovskaya pravda [Pskov Truth]. — 1977. — June 19. [in Russian]

13. Danilova E.F. Vladimir Modestovich Bradis: K semidesyatiletiyu so dnya rozhdeniya [Vladimir Modestovich Bradis: On the Occasion of His 70th Birthday] / E.F. Danilova // Matematika v shkole [Mathematics in School]. — 1961. — № 3. — P. 83–85. [in Russian]
14. Danilova E.F. Vladimir Modestovich Bradis: K 100-letiyu so dnya rozhdeniya [Vladimir Modestovich Bradis: On the 100th Anniversary of His Birth] / E.F. Danilova. — Tver : Tver State University, 1990. — 40 p. [in Russian]
15. Demkovich V.P., Praysman N.Ya. Priblizhennyye vychisleniya v shkol'nom kurse fiziki [Approximate Calculations in the School Physics Course] / V.P. Demkovich, N.Ya. Priceman. — Moscow : Prosveshchenie, 1967. — 117 p. [in Russian]
16. Ermakov V.P. Priblizhennoe vychislenie [Approximate Calculation] / V.P. Ermakov // Vestnik opytной fiziki i prikladnoy matematiki [Bulletin of Experimental Physics and Applied Mathematics]. — 1905. — № 388. — P. 87–91. [in Russian]
17. Kavun I.N. Priblizhennyye vychisleniya. Kurs elementarnyy [Approximate Calculations. Elementary Course] / I.N. Kavun. — Moscow : State Gosudarstvennoe izdatel'stvo, 1922. — 125 p. [in Russian]
18. Kaplun I. Tablitsy Bradisa [Bradis Tables] / I. Kaplun // Uralskiy sledopyt [Ural Pathfinder]. — 1977. — № 1. — URL: <http://www.uralstalker.com/uarch/us/1977/1/73> (accessed: 07.12.2025). [in Russian]
19. Kolyagin Yu.M. Vladimir Modestovich Bradis [Vladimir Modestovich Bradis] / Yu.M. Kolyagin // Russkaya shkola i matematicheskoe obrazovanie: nasha gordost' i nasha bol' [Russian School and Mathematical Education: Our Pride and Our Pain]. — Moscow : Prosveshchenie, 2001. — P. 181–182. [in Russian]
20. Krylov A.N. Moi vospominaniya [My Memoirs] / A.N. Krylov. — Moscow : USSR Academy of Sciences, 1942. — 83 p. [in Russian]
21. Lebedev N.M. Matematik i pedagog Vladimir Modestovich Bradis (1890–1975) [Mathematician and Educator Vladimir Modestovich Bradis (1890–1975)] / N.M. Lebedev // Vydayushchiesya pedagogi Tverskogo kraia i ikh velikie ucheniki [Outstanding Educators of the Tver Region and Their Great Students]. — Tver : Science and Culture, 2010. — P. 83–89. [in Russian]
22. Lebedev N.M. Matematik i pedagog Vladimir Modestovich Bradis (1890–1975) [Mathematician and Educator Vladimir Modestovich Bradis (1890–1975)] / N.M. Lebedev // Lyudi nauki na Tverskoy zemle [People of Science in the Tver Region]. — Tver : Science and Culture, 2011. — P. 26–31. [in Russian]
23. Lobachevsky N.I. Algebra, ili Vychislenie konechnykh [Algebra, or Finite Calculations] / N.I. Lobachevsky — Kazan : Universitetskaya tipografiya, 1834. — X, 530 p. [in Russian]
24. Moi universitety: sbornik vospominaniy vypusnikov i sotrudnikov universiteta [My Universities: A Collection of Memoirs by Graduates and Staff] / edited by S.N. Smirnov, O.K. Ermishkina. — Tver : Liliya Print, 2006. — 120 p. [in Russian]
25. Neskol'ko faktov o matematike-pedagoge Vladimire Bradise [Several Facts About the Mathematician and Educator Vladimir Bradis] // Pskovskiy gosudarstvennyy ob"edinyonnyy istoriko-arhitekturnyy i hudozhestvennyy muzej-zapovednik [Pskov State United Historical, Architectural and Art Museum Reserve]. — 2022. — URL: https://museumpskov.ru/news/neskolko_faktov_o_matematike_pedagoge_vladimire_bradise (accessed: 10.05.2022). [in Russian]
26. Spassky A.F. Vladimir Modestovich Bradis: K 80-letiyu so dnya rozhdeniya [Vladimir Modestovich Bradis: On the 80th Anniversary of His Birth] / A.F. Spassky // Uchenyye zapiski [Scientific Notes]. — 1971. — Vol. 88. — P. 128–140. [in Russian]
27. Chukantsov S.M. O «Chetyrekhznachnykh matematicheskikh tablitsakh» Bradisa [On Bradis's "Four-Figure Mathematical Tables"] / S.M. Chukantsov // Matematika i fizika v sredney shkole [Mathematics and Physics in Secondary School]. — 1934. — № 3. — P. 129–132. [in Russian]
28. Bourget J. Théorie élémentaire des approximations numériques [Elementary Theory of Numerical Approximations] / J. Bourget. — Paris, 1860. — 131 p. [in French]
29. Bradis Vladimir Modestovich [Vladimir Modestovich Bradis] // Pskovskiy kray: kraevedcheskiy portal Pskovskoy oblastnoy universal'noy nauchnoy biblioteki [Pskoviana: Regional Studies Portal of the Pskov Regional Universal Scientific Library]. — URL: <https://pskoviana.ru/istoriya/persony/uchenye/3219-vladimir-modestovich-bradis> (accessed: 08.05.2025). [in Russian]