

РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКИ В ИНДИИ ПОСЛЕ 1600 г.

А. К. БАГ (Индия)

В развитии математики в Индии в XVII в.—первой половине XX в. можно выделить следующие четыре характерные особенности:

I. Продолжалась индийская традиция комментирования ранних санскритских текстов. В ходе его был достигнут значительный успех в оперировании с большими числами, в использовании непрерывных дробей, конечных и бесконечных рядов.

II. Получил распространение ряд классических сочинений, написанных вне Индии на арабском и персидском языках, были предприняты попытки их перевода или подробного изложения на санскрите. В начале XVIII в. Савай Джай Сингх привлек к себе на службу крупнейших ученых из других районов Индии, а также из Центральной Азии и Европы для модернизации построенных под его руководством обсерваторий.

III. В XVII в. европейские ученые начинают интересоваться развитием в Индии математики, астрономии и других естественных наук. С санскрита переводят важнейшие сочинения по астрономии и математике. Нужды английской Ост-Индской компании потребовали изучения Индии, в первую очередь ее географии, геологии. Правда, из-за колониальной политики правительства результаты этих исследований, проводимых европейскими учеными, имели для самой Индии весьма небольшое значение, особенно в начальной стадии. Лишь в последней четверти XIX в. европейские методы исследования оказали существенное влияние на научные изыскания самих индийцев.

IV. С начала XX в., когда университеты стали центрами научных исследований, индийцы начинают проявлять большой интерес к получению образования и проведению исследований в Европе.

Дадим более подробный анализ этих четырех характерных особенностей.

История Индии с 1600 г. и до середины XX в. делится на два этапа — XVI—XVIII вв.—время Могольской империи и XVIII — первая половина XX в. — период колониального владычества Великобритании. Эти 350 лет обычно рассматривают как переходный период в истории науки в Индии. Однако и в этот период не прекращалось изучение математических и астрономических сочинений, написанных на санскрите, были написаны тысячи различных трактатов на национальных языках Индии (телугу, малаялам, канара, бенгали и др.), продолжавших индийскую традицию как по содержанию, так и по форме. Хотя часть этих трактатов были оригинальными, но все же большинство из них являлись комментариями к классическим математическим и астрономическим сочинениям «Сурья-сиддханта», «Ариабхатия», «Лилавати», «Биджаганита», «Сиддханта-широмани» и некоторым другим хорошо известным работам, написанным в период раннего средневековья. Авторами комментариев были такие ученые, как Кришна (XVI—XVII вв.), Мунишвара (XVI—XVII вв.), Макалакара (XVII в.), Нитьянанда (XVII в.), Кришна Даиваджна (XVII в.), Малаенду (XVII в.), Дадабхат (XVIII в.), Камаланаяна (XVIII в.), Нараяна (XVIII в.), Матхуранатха Шукла (XVIII в.), Санкара Варма (XVIII—XIX вв.), Гхатигопа (XVIII—XIX вв.), Абъякави (XVIII—XIX вв.), Ниламбара Джха (XIX в.), Субрахаманья Шастри (XIX в.), Чандрасекхара Саманта (XIX в.), Бабуаджи Мишра (XIX в.), Судхакара Дживеди (XIX—XX вв.), Венкатеша Кетекара (XIX—XX вв.) и другие [1]. В этих сочинениях обращает на себя внимание достаточно высокая степень точности приближенных представлений иррациональных величин [2] обыкновенными дробями, числителями и знаменателями которых берутся десяти- и одиннадцатизначные числа. Сошлемся на один пример из «Каранападдхати», где одиннадцатизначное число делится на десятизначное, это дает результат верный до десятого знака после запятой. Столь большие величины по-

лучены при обработке данных астрономических наблюдений, а также при действиях с непрерывными дробями и бесконечными рядами.

Арабские и персидские математические и астрономические сочинения стали известны в Индии довольно рано. В период Могольской империи получили широкое распространение такие сочинения, написанные на арабском и персидском языках, как «Изложение Евклида» ат-Туси, «Астрономические таблицы» Улугбека, «Сущность арифметики» Баха ад-Дина ал-Амили, арабская версия «Алмагеста» Птолемея и многие другие. В эту эпоху была создана своеобразная индо-персидская и индо-арабская литература по математике и астрономии. Получили известность такие ученые, как Устад Ахмад Надир — строитель знаменитого Тадж Махала (XVI—XVII вв.), Атаула Рашиди (XVII в.), Лутфула Мухандис (XVII в.), Бахадур Хусаин Хан (XVII в.), Мирза Хайрула Мухандис (XVII—XVIII вв.), Абул Хайрула (XVIII в.), Ходжа Мухамад (XVIII в.), Раушан Али (XVIII—XIX вв.), Абул Касим Гулам Хусаин (XVIII в.) и другие [3].

В этот же период на арабский и персидский языки были переведены с санскрита многие сочинения по математике и астрономии, в том числе «Брихат самхита» Варахамхиры, «Лилавати» и «Биджаганита» Бхаскары [4].

Особого внимания заслуживает деятельность Савай Джай Сингха (1687—1743) (так в советской историко-математической литературе принято передавать имя Джая Симха) — основателя каменных обсерваторий в Дели, Джайпуре, Матхуре, Уджайне, Бенаресе. Савай Джай не был удовлетворен точностью результатов, достигаемой при помощи небольших астрономических инструментов, и полагал, что только каменные обсерватории с инструментами достаточно больших размеров, построенных по образцу Самаркандской обсерватории Улугбека, смогут дать удовлетворительную точность. Он пригласил для работы в своих обсерваториях астрономов из Португалии, Франции, Германии [5], доставивших ему новейшие астрономические таблицы и инструменты, в том числе и телескоп. Среди многочисленных индийских и мусульманских помощников Савай Джай Сингха назовем Джаганнатха Пандита и Мирзу Хайрула Мухандиса. В астрономических обсерваториях Савай Джай Сингха использовались таблицы де Лагира, а также велась работа по созданию собственных более точных таблиц [6]. После семи лет упорных исследований под руководством Савай Джай Сингха были созданы таблицы, по которым можно было производить вычисления с точностью до синуса одной минуты, тогда как астрономические таблицы Улугбека позволяли производить вычисление с точностью до синуса одного градуса. Согласно оценке, данной современными историками науки [7], точность вычислений, которую можно было достичь инструментами, используемыми Савай Джай Сингхом, в целом соответствовала точности измерений современных ему европейских исследователей. Для истории науки в Индии очень важны предпринятые Савай Джай Сингхом попытки создания новых методов и получения лучших результатов при астрономических наблюдениях¹.

Определенную роль в изучении развития математики и астрономии в Индии сыграли исследования европейцев: путешественников, миссионеров, естествоиспытателей, служащих английской Ост-Индской компании. Их можно разделить на три группы. К первой относятся астрономы XVII—XVIII вв. и среди них Йоганн Грюбнер, Альбер Д'Оривиль, Модюн Будье, Д'Анвиль, Мандело, Ноэль, Калметт, Гаргам, Дюшан, Тиффенталер, Гобиль. Эти исследователи в основном интересовались методами определения широты и долготы различных пунктов при помощи телескопа, а также наблюдениями затмений. Ко второй группе относятся Бейли, Уильям Джонс, Джон Плэйфер, Рабэн Барроу, Сэмюэл Девис, Бентли, Стрэчи, Тейлор, Кольбрук, Уоррен, Уиш, Барджесс, Уилкинсон, Вебер, Керн, Тибо и другие [8]. Они опубликовали многочисленные статьи и перевели на европейские языки ряд работ индийских математиков и астрономов, вызвав большой интерес ученых к этой проблематике. К третьей группе принадлежат служащие английской Ост-Индской компании, некоторые из которых были хорошо известны в отдельных областях науки, среди них — Уильям Лэмбтон, Реннель, Томас Д. Пирс, Роберт Келли, Майкл Топпинг, Джеймс Кид, Джон Голдингхэм, Р. Эверест,

¹ Согласно исследованиям советского историка математики Г. С. Собирова, изучавшего «Зидж» Савай Джай Сингха, написанный на персидско-таджикском языке, в этом зидже были предложены методы приближенного решения алгебраических уравнений 5-й степени и решены другие важные задачи, нужные для астрономии (*Прим. ред.*).

Блэнфорд, Погсон, Майкл Смит и многие другие [9]. Исходя из политических и экономических интересов, компания поощряла занятия своих служащих изучением страны [10]. В XVIII и XIX вв. компания завезла различные инструменты, которые были использованы при различных наблюдениях.

Естественно возникает вопрос, в какой мере деятельность иностранных ученых можно считать частью индийской культурной традиции. Разумеется, что эти исследования, подобно тому как это сделал в свое время Бируни в своей «Индии», помогли лучше понять индийскую науку и перспективы дальнейшего ее развития. Большинство этих ученых жило в Индии и естественным было предположить, что их деятельность была во взаимодействии с творчеством индийских ученых. Но в действительности же факты свидетельствуют о том, что это взаимодействие было весьма незначительным. В XVIII в. и в течение почти всего XIX в. директорат Ост-Индской компании наставлял на засекречивании карт и других документов, чтобы они не попали в руки конкурентов. Позднее это привело к тому, что индийцам вообще было запрещено проводить какие-либо наблюдения. Все это, однако, тормозило деятельность компании, поэтому на более поздней стадии для индийцев, занимавших низшие должности, были созданы минимальные условия для научной работы. Компания оставалась безразличной к решению вопроса о развитии в Индии современных отраслей науки. В течение всего XIX в. шла упорная борьба за внедрение в Индии новейших знаний из стран Западной Европы. Конечно, благодаря движению так называемых англичистов важные изменения все же вносились в жизнь [11]. В июле 1823 г. назначенный правительством Генеральный комитет общественного обучения рекомендовал осуществление мероприятий, направленных на распространение знаний, включая европейскую науку и искусство. Постепенно стали преподаваться математические и естественные дисциплины в Калькутском медресе и санскритском колледже. В колледже в Агре, где математика изучалась по арабской версии «Начал» Евклида и «Лилавати» Бхаскары, начиная с 1841 г. в учебный план были внесены существенные изменения — стали изучаться плоская и сферическая тригонометрия, конические сечения, квадратные уравнения, дифференциальное исчисление, общие принципы арифметики, астрономия, оптика и физическая география. В 1857 г. были организованы три университета в Калькутте, Бомбее, Мадрасе, правда, первоначально их функции состояли только в проведении экзаменов и присуждении квалификационных степеней. Программой по математике на вступительных экзаменах предусматривалось знание арифметики, алгебры, геометрии и элементов механики. Экзамены на степень бакалавра требовали знания арифметики, алгебры, геометрии, планиметрии, гидростатики, гидравлики, пневматики, оптики и астрономии [12]. Диплом бакалавра искусств Бомбейского университета предполагал обязательное знание математики и некоторых разделов динамики, гидростатики, оптики и астрономии. Степень бакалавра наук была введена лишь в 1879 г. При университетах правительством были созданы некоторые технические учебные заведения, в том числе Инженерный институт в Рурки (1847), Сибпурский инженерный колледж в Калькутте (1856), гражданский инженерный колледж в Мадрасе (1859). Начиная с 1885 г. каждый выпускник инженерных институтов должен был сдавать экзамены по математике, естественным наукам, инженерным конструкциям, геодезии и черчению. Из сказанного видно, что начиная с 1857 г. в Индии стали вводиться некоторые формы европейских программ по математике, были выработаны соответствующие экзаменационные требования.

Однако отчеты за 1891 г. показывают, что в колледжах обучалось всего 5399 студентов [13]; в большинстве этих колледжей, не подконтрольных правительству, преподаватели не имели достаточной научной квалификации. В период с 1774 по 1883 г. в «Журнале Азиатского общества Бенгалии» было опубликовано около 500 статей по физико-математическим наукам; из них только две математические статьи были написаны индийцами [14], несмотря на тот факт, что все индийские ученые получили высшее образование в европейских университетах, стажировались в хорошо оснащенных европейских лабораториях. Они составили ценные записи прослушанных курсов, привезли много европейской научной литературы и основали ряд научных учреждений в Индии.

В то же время бездеятельное отношение властей к введению в Индии современного научного образования и проведению исследовательских работ продолжалось до

конца XIX в. И как результат — современная наука, особенно современная математика, в течение всего XIX в. либо вообще не начала произрастать на индийской почве, либо же ее ростки были весьма незначительны.

К концу XIX в. Махендралал Сиркар и его коллеги проявили большой интерес к научным исследованиям, которые проводили индийцы в Лондонском Королевском обществе, и создали чисто индийское национальное учреждение, известное как «Индийская ассоциация развития науки» (1876), основной целью которой было проведение фундаментальных исследований без какой-либо правительственной помощи [15]. В 1881 г. в «Вестнике математики» была опубликована первая научная статья Асутаоша Мукарджи. В течение десяти лет в различных периодических изданиях («Вестник математики», «Квартальник чистой и прикладной математики», «Журнал Азиатского общества Бенгалии») им было опубликовано еще около 20 статей по математике. В 1882—1883 учебном году в Мадрасском университете была введена ученая степень магистра по физике. По новому уставу 1904 г. Калькуттский университет получил право присуждать студентам степени магистра, а преподавателям звание профессора. В 1912 г. в университете была учреждена кафедра высшей математики, а в 1913 г. было введено звание профессора по прикладной математике [16]. Только в 1917 г. правительство Индии официально ввело аспирантское обучение в различных областях науки и искусства. После того как индийские университеты получили право не только проводить экзамены и присуждать ученые степени, но и вести преподавание и научную работу, среди индийских ученых с целью подготовки высококвалифицированных кадров возрос интерес к получению образования в Европе и проведению там фундаментальных исследований. Ведущее значение университетов как центров интеллектуального и политического возрождения страны в это время резко возросло. Движимые патриотическими чувствами, многие индийские ученые, работавшие за пределами страны, оставили европейские лаборатории, вернулись в Индию и стали преподавать в университетах страны. В этой связи приведем лишь несколько примеров: Ганеш Прасад, проводивший исследовательскую работу в Кембридже и Геттингене в 1899—1904 гг., стал профессором математики в Бенаресском университете, а позднее профессором математики в Калькуттском университете; Амин Чандра Банерджи, работавший в 1915—1919 гг. в Кембридже, стал профессором и деканом математического факультета Аллахабадского университета. Т. Виджаярагхаван, работавший в 1925—1928 гг. в Оксфорде, стал профессором математики университета в Андхра. Указывая на рост научной активности в Индии, Университетская комиссия по образованию в 1948—1949 гг. отмечала, что «тогда как до 1920 г. научные исследования были в основном монополией научных учреждений, то после 1920 г. лидерство в фундаментальных исследованиях в большинстве наук перешло в основном к университетам» [17].

Литература

1. Sen S. N., Bag A. K., Sarma S. Rajeswar. A bibliography of Sanskrit works on astronomy and mathematics. New Delhi, 1966; Pingree D. Census of exact sciences in Sanskrit, ser. A, v. 1—4, Philadelphia, 1970—1981.
2. Sarma K. V. A history of the Kerala school of Hindu astronomy. Hoschiarpur, 1972.
3. Rahman A. Science and technology in medieval India. Bibliography of source material in Sanskrit, Persian and Arabic. Indian National Science Academy, New Delhi, 1982.
4. Bag A. K. Mathematics in ancient and medieval India. Benares, 1979.
5. Ghorl S. A. K. The impact of modern European astronomy on Raja Jai Singh.— Indian j. history science, v. 15, № 1, p. 50—57.
6. Sharma V. N. The impact of the eighteenth century jesuit astronomers on the astronomy of India and China; Forbes E. G. The European astronomical tradition: its transmission into India, and its reception by Sawai Jai Singh.
7. Blanpied W. A. Raja Sawai Jai Singh: an 18th century medieval astronomy.— Amer. J. physics, v. XIII, 1975, p. 1025—1035; Blanpied W. A. The astronomical programme of Raja Sawai Jai Singh and its historic context.— Japanese studies in history science, v. XIII, 1974, p. 87—126.
8. Sen S. N. Scientific works in Sanskrit translated into foreign languages and vice versa in the 18th—19th centuries.— Indian j. history science, v. 7, № 1, p. 44—70.
9. Subbarayappa B. V. Western science in India upto the end of the 19th century.— In: A concise history of sciences in India/Ed. by Bose D. M. and al. New Delhi, 1971, p. 501—505.
10. Sen S. N. The character of the introduction of western science in India during the

- 18th and 19th centuries.—Indian j. history science, v. 1, № 2, p. 112—122. *Deepak Kumar*. Patterns of colonial science in India.—Indian j. history science, v. 15, № 1, p. 108—113.
11. *Sinha N. K.* Beginning of western education.—In: Hundred year of the university of Calcutta. Calcutta, 1957.
 12. *Ray N.* The formative years: 1857—1882.—In: Hundred year of the university of Calcutta. Calcutta, 1957.
 13. The report of the University Education Commission, 1948—1949. New Delhi, p. 22—23.
 14. Centenary review of the Asiatic society of Bengal, 1784—1883, pt. III «Natural science» by P. N. Bose.
 15. *Sircar M. L.* On the desirability of National Institute for the cultivation of sciences by the natives of India.—J. medicine, August, 1869.
 16. Hundred year of the university of Calcutta. Calcutta, 1957, p. 188.
 17. The report of the University Educational Commission, 1948—1949. New Delhi, p. 145.

Перевод с английского А. И. ВОЛОДАРСКОГО

Календарь юбилейных дат

375 лет

Со дня рождения *Эванджеллиста Торричелли* (15.X.1608—25.X.1647) — итальянского математика и физика, преемника Галилея в должности математика великого герцога во Флоренции и профессора Флорентийского университета, одного из основоположников баллистики, гидродинамики и вакуумной физики.



Эванджеллиста Торричелли

Э. Торричелли развивал научные идеи Галилея. Наиболее известным его достижением в физике является доказательство существования атмосферного давления и изобретение ртутного барометра («Торричеллиева пустота»).

Впервые решил также баллистическую задачу о бросании тел (сочинение, где она разбирается — «О естественном ускорительном движении» — получило высокую оценку Галилея), вывел формулу истечения жидкости из сосуда (формула Торричелли). Математические работы Торричелли — усовершенствование метода неделимых, решение задач на касательные, определение квадратуры циклоиды и длины дуги логарифмической спирали, вычисление объема тела, полученного вращением дуги гиперболы и другие, — оказали непосредственное влияние на английских математиков — одного из основателей Лондонского Королевского общества Виллиса и учителя И. Ньютона Барроу, способствовали возникновению математического анализа.

225 лет

Со дня рождения *Генриха Вильгельма Ольберса* (11.X.1758—2.III.1840) — немецкого астронома, специалиста по кометам.

Ольберс открыл семь новых комет, разработал способ вычисления параболической орбиты по трем наблюдениям. На основании вычислений К. Гаусса открыл в 1802 г. первую малую планету — Цереру, позднее еще две — Палладу и Весту, высказал гипотезу о происхождении малых планет в результате разрыва большой планеты между Марсом и Юпитером.

150 лет

Со дня рождения *Альфреда Нобеля* (21.XI.1833—10.XII.1896) — шведского инженера и предпринимателя, учредителя ежегодных Нобелевских премий, изобретателя динамита.



Альфред Нобель

А. Нобель — представитель известной семьи шведских промышленников, связанных с Россией: его отец разбогател на поставках морских мин царскому правительству, братья основали крупнейшую нефтяную компанию России («Бранобель»). Сам А. Нобель возглавлял западную ветвь семейной корпорации, был предпринимателем нового типа, космополитом («Моя родина там, где я работаю, а работаю я везде» — его слова), он организовал производство динамита в целом ряде стран, создал один