

## **Николай Иванович Лобачевский – великий геометр и астроном**

**В 2017 г. исполняется 225 лет со дня рождения великого русского математика Николая Ивановича Лобачевского – ученого мирового масштаба, творца неевклидовой геометрии, деятеля университетского образования и народного просвещения,**

**ректора Казанского Императорского университета (1827–1845). Без преувеличения можно сказать, что Н.И. Лобачевский заложил основы теории относительности А. Эйнштейна и космологического познания Вселенной.**



*Н.И. Лобачевский. Портрет художника Л.Д. Крюкова, 1833 г.*

---

Н.И. Лобачевский родился 1 декабря (20 ноября по ст.с.) 1792 г. в Нижнем Новгороде в семье мелкого чиновника. Отец ученого – Иван Максимович Лобачевский скончался в 1797 г., оставив жену и трех сыновей погодков (старшему, Александру, было только пять лет) почти без всяких средств. Мать, Прасковья Александровна Лобачевская, достаточно образованная и энергичная женщина, все свои силы направила на то, чтобы достойно воспитать мальчиков. В этом большую материальную и моральную помощь ей оказывал дальний родственник, капитан в отставке С.С. Шебаршин. Он завещал ей также и часть своего наследства. В церковных записях сыновья П.А. Лобачевской названы воспитанниками С.С. Шебаршина. Мечтая дать сыновьям хорошее образование, Прасковья Александровна перевозит семью в Казань – ведь здесь находилась единственная в Поволжье гимназия. В 1802 г. сыновей – Александра, Николая и Алексея – по личному прошению матери принимают в гимназию на казенный счет. Все они были очень способными к точным наукам.



*Казанский университет в 1930-е гг. Литография.*

Особенно выделялся старший – Александр, но в 1807 г., к огромному горю семьи, он утонул, купаясь в р. Казанке.

Первым, кто заметил математические способности молодого Николая Лобачевского, был талантливый учитель гимназии Г.И. Карташевский, окончивший в 1799 г. Московский университет. Широко образованный талантливый молодой педагог знал не только математику, но прекрасно владел языками, интересовался философией и художественной литературой. Он с интересом преподавал в гимназии чистую и прикладную математику. А с мальчиками Лобачевскими, видя их прекрасные способности, занимался еще и дополнительно. С 1805 г. Г.И. Карташевский начал преподавать математику и в только что образованном в Казани университете.

Для организации успешной работы в области образования попечителем Казанского учебного округа был

назначен ученый и общественный деятель, вице-президент Академии Наук, ученик М.И. Ломоносова, один из первых русских академиков – математик и астроном С.Я. Румовский. Для того чтобы повысить научный уровень преподавания, С.Я. Румовский приглашает на работу в Казанский университет известных европейских ученых: в их числе – в 1808 г. учителя и приятеля И.-К.-Ф. Гаусса, математика Иоганна (Мартина Федоровича) Бартельса; а в 1810 г. – выдающегося молодого астронома Иосифа фон Литтрова и педагога Франца Ксаверия Броннера.

14 февраля 1807 г. Николай Лобачевский был зачислен в Казанский университет. Первые сведения по астрономии Н.И. Лобачевский получил от Мартина Федоровича Бартельса, который читал лекции по многим математическим дисциплинам, по географии и астрономии; он познакомил своего ученика с работами П.-С. Лапласа по

небесной механике. В июне 1812 г. молодой ученый представляет М.Ф. Бартельсу, а тот – в совет Университета – сочинение на тему “Об эллиптическом движении небесных тел”. Он так характеризует работу ученика: *«Из его сочинения, составленного им безо всякой помощи – если не считать самого труда Лапласа – видно, что он не только проник в то, о чем в этом труде говорится, но и сумел обогатить его собственными соображениями. Многие места его краткого сочинения содержат признаки выдающегося математического дарования, которое в будущем непременно славой озарит его имя».*

В 1810 г. в Казань приезжает молодой профессор – 29-летний Йозеф фон Литтров (1781–1840; Земля и Вселенная, 2014, № 6, с. 66–67). Он возглавил сразу две кафедры – практической и теоретической астрономии. Его

любимыми учениками становятся самые способные студенты – Иван Симонов и Николай Лобачевский. При Й. фон Литтрове была построена первая временная обсерватория Казанского университета. Несмотря на скудное астрономическое оборудование, начались наблюдения. 28 августа 1811 г. Николай Иванович Лобачевский и Иван Михайлович Симонов (1794–1855; впоследствии профессор астрономии, ректор Казанского университета в 1846–1854 гг.) под руководством фон Литтрова провели первые наблюдения знаменитой яркой кометы 1811 г., описание которой есть у Л.Н. Толстого в конце второго тома романа “Война и мир”. К осени 1811 г. у кометы появился, хотя и не очень длинный, хвост, вызывая одновременно суеверный ужас и восхищение зрителей. Наблюдения кометы проводились из окон канцелярии Ученого совета Университета. За



*Обсерватория Казанского университета. Фото начала 1900-х гг.*

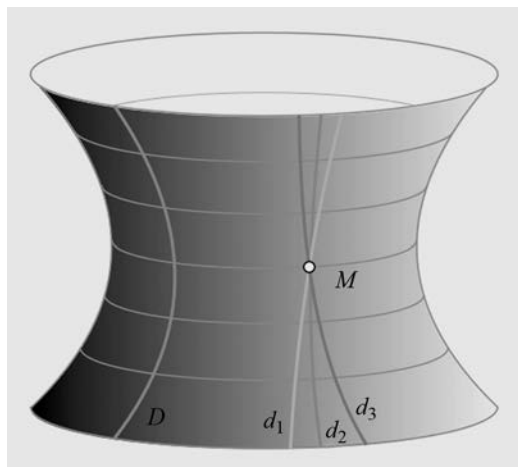
отсутствием астрономических часов, были использованы часы, висят в зале совета; точность наблюдений составляла до 10' дуги. Исследования кометы были отражены в газете "Казанские известия", в № 21 за 2011 г. Они являются единственными сохранившимися для нас астрономическими наблюдениями Н.И. Лобачевского.

Студенческая жизнь Николая, несмотря на его блестящие успехи в науках, не была безоблачной. Общительный, веселый и озорной юноша часто принимал участие во многих студенческих проказах, а иногда и сам был их инициатором. Это навлекало на него гнев университетского начальства, дело доходило даже до его исключения из Университета. И только вмешательство профессоров Ф.К. Броннера, М.Ф. Бартельса, фон Литтрова, уверенных в его "чрезвычайных успехах и таковых же дарованиях в науках математических и физических", спасло Николая от суровых репрессий. Он отделался выговором, дав в присутствии Ученого совета Университета подписку о том, что исправится. В 1811 г. талантливого студента утверждают в степени магистра (помощника профессора по преподавательской деятельности), он начинает сам читать лекции и заниматься практическими работами со студентами. В 1814 г., до истечения трехгодичного срока, Николай Иванович был произведен в адъюнкты чистой математики и стал преподавать в Университете. В 1820 г. М.-Ф. Бартельс и другие иностранцы уехали, а 28-летнего Н. Лобачевского, уже успевшего показать незаурядные организаторские способности, назначили деканом физико-математического факультета. Круг его обязанностей обширен – чтение лекций по математике, астрономии и физике; комплектация библиотеки и приведение ее в порядок; работа в музее, в физическом кабинете, создание Астрономической обсерватории.

В 1819 г. И.М. Симонов становится участником знаменитой кругосветной

экспедиции к Южному полюсу под командованием Ф. Беллинсгаузена, он на два года покидает Казань. Заведывание городской Астрономической обсерваторией и чтение лекций по астрономии переходит к Лобачевскому по его собственному желанию. Он подает в Совет предложение: *«Не угодно ли будет Совету возложить на меня преподавание лекций астрономии на время отсутствия г-на профессора Симонова, которые лекции я вызываюсь продолжать даже и тогда, когда бы какие-нибудь обстоятельства удержали надолго г-на Симонова в отлучке. Если Совет согласится на мое предложение, то прошу его доверить мне попечение об Обсерватории и издержки суммы на нее назначенной»*. Совет принимает предложение, и Николай Иванович с жаром принимается за работу. Он также информирует совет Университета: *«Наконец, прошу Совет принять и то в уважение, что я занимаю теперь две кафедры, что летнее время только и способно для наблюдений, которым я иногда посвящаю и дни и ночи»*. В 1821 г. Н.И. Лобачевский преподает теорию спутников и комет, руководствуясь работами П.-С. Лапласа (Земля и Вселенная, 2009, № 2), затем читает полный курс теоретической и практической астрономии. Ему хотелось бы даже вести и высшую геодезию, и теорию фигуры Земли, но совет отклонил это предложение. Ученый находит время расширить и углубить свои курсы: используя труды Ж.-Б. Деламбра и Ж.-Ж.-Л. де Лаланда, Н.И. Лобачевский показал, как *«определить из наблюдений элементы солнечного пути, а также об изменении эксцентриситета солнечного пути»*, иными словами – он дал определение элементу земной орбиты и их вековых изменений. До возвращения И.М. Симонова (кроме астрономических наблюдений) он проводил также практические занятия по астрономии со студентами.

После отъезда М.-Ф. Бартельса в 1820 г. Н.И. Лобачевского избирают



*Параллельные прямые пересекаются в искривленном пространстве.*

деканом физико-математического факультета, а в 1822 г. – членом строительного комитета. С 1825 г. он уже председатель этого комитета, а величественный ансамбль университетских зданий вырос благодаря постоянному вниманию и непосредственному участию Николая Ивановича в этой огромной работе. Современники отмечали, что в университетских зданиях и учреждениях, устроенных им – “езде был виден ум, обдуманность и даже роскошь”.

В 1822 г., после двухлетней антарктической экспедиции, с триумфом вернулся на родину И.М. Симонов и снова приступил к преподаванию астрономии в Казанском университете. В 1836 г. под его руководством по проекту известного архитектора М.П. Коринфского была построена прекрасная обсерватория во дворе Университета; самое активное участие в строительстве принимал и Н.И. Лобачевский. В оригинальной планировке здания, конечно, прослеживается его геометрический гений.

В 1827 г. он был избран ректором Университета и оставался на этом посту в течение 19 лет. Вникая со свойственным ему трудолюбием во все

детали университетской жизни, он улучшал и расширял Казанский университет; его активность и умелое руководство вывели университет в число передовых российских учебных заведений. Несмотря на огромную занятость научной и административной работой, Н.И. Лобачевский никогда не забывал астрономию: в отчете о затмении 1842 г. он пишет, что наблюдал комету Энке в 1832 г. и комету Галлея в 1835 г.

К несчастью, в августе 1842 г. страшный пожар истребил большую часть Казани, не пощадив и Университет. Несмотря на принятые меры, от огня пострадало недавно построенное здание Астрономической обсерватории, были испорчены некоторые инструменты и, вероятно, в огне погиб архив; не осталось никаких журналов наблюдений ранее 1842 г. Этим объясняется отсутствие сведений об астрономических наблюдениях Николая Ивановича.

Но математика, конечно, была основой жизни молодого ученого. Творческая мысль Н.И. Лобачевского, нарушая традиции, неустанно работала над строгим построением начал геометрии. 11 февраля 1826 г. он выступает с докладом, где впервые излагает свою новую геометрическую систему. Дата этого выступления считается днем рождения неевклидовой геометрии. Через три года эта работа “О началах геометрии” публикуется в журнале “Казанский вестник”. Для того чтобы обосновать свои научные утверждения, Николай Иванович обращается к далекому космосу: за основу подтверждения правильности неевклидовой геометрии в космических пространствах берутся параллаксы трех звезд – 29 Эридана, Ригеля и Сириуса. Параллаксы этих звезд были определены с большой погрешностью, но использовать их в вычислениях было возможно. Николай Иванович делает выводы о том, что хотя пространство и бесконечно, но параллаксы всех звезд, его населяющих – как бы ни были они

далеки – не могут быть меньше некоторой определенной величины.

В 1832 г. Н.И. Лобачевский женился на Варваре Алексеевне Моисеевой, она была почти на 20 лет моложе его. Точное количество родившихся у них детей неизвестно; согласно послужному списку, выжили семеро.

В 1835 г. в “Ученых записках” Казанского университета Н.И. Лобачевский опубликовал статью под названием “Воображаемая геометрия” – так он решил называть свою геометрическую систему после того, как понял, что невозможно с высокой точностью доказать, что она необходимо имеет место в космическом пространстве. Гениальная мысль ученого более чем на сотню лет обогнала развитие мировой науки. Единственный из знаменитых математиков того времени, кто восхищался работой Лобачевского, был И.-К.-Ф. Гаусс. Он специально выучил русский язык – для того, чтобы в подлиннике читать статьи русского ученого, с которым очень хотел встретиться лично. Но, к сожалению, эта встреча так и не состоялась.

Вся научная жизнь Николая Ивановича была посвящена разработке гениального открытия – неевклидовой геометрии – и ее распространению среди математиков. В 1854 г., уже больной и почти ослепший, он диктует свой последний научный труд “Пангеометрию” своему ученику Иосифу Антоновичу Больцани (1818–1876). На последней его странице великий математик опять говорит о возможности проверки своей теории при помощи астрономических наблюдений.

Полное затмение Солнца всегда являлось для астрономов всего мира очень значимым явлением. Но затмение 26 июня (8 июля) 1842 г. можно было наблюдать в большей части Европы и в России. Полоса полного затмения проходила через множество городов, и продолжительность полной фазы была значительной. Казанские астрономы должны были наблюдать затмение в Пензе. Из-за отсутствия



Титул статьи Н.И. Лобачевского “Воображаемая геометрия”. 1835 г.

И.М. Симонова (он находился в командировке в Европе) наблюдать затмение отправился астроном-наблюдатель М.В. Ляпунов. К нему по собственной инициативе присоединились (“чтобы удовлетворить собственное любопытство”) Н.И. Лобачевский (он уже занимал пост ректора Казанского университета) и профессор физики Э.А. Кнорр. Инструкция по наблюдению затмения была составлена И.М. Симоновым. Главным инструментом для наблюдений была астрономическая труба работы немецкого физика и оптика И. Фраунгофера (Земля и Вселенная, 2012, № 3) с объективом в 97 мм, но не было хорошего хронометра – что, конечно, не давало возможности получить высокоточные результаты. К тому же во время затмения Солнца небо было покрыто легкой



Ректор Казанского университета Н.И. Лобачевский. Портрет художника Л.Д. Крюкова, 1839 г.

пеленой облаков и большую часть намеченных физических наблюдений невозможно было провести.

В Пензе, после наблюдения затмения, Николай Иванович посетил некоторые учебные заведения. Вскоре в «Прибавлениях к пензенским губернским ведомостям» от 10 июля 1842 г. появилась заметка о наблюдениях затмения казанскими учеными. Считается, что она, с большой вероятностью, принадлежит перу Н.И. Лобачевского: «Пасмурное время принудило отказаться от всех физических наблюдений, какие предположено было сделать над степенью уменьшения солнечного света и солнечной теплоты. Увердительно сказать можно только то, что темнота во время полного затмения была совершенно полуночная и, вероятно, при ясном небе открылись бы многие звезды и для простого глаза. Всего более поразителен был удивительно быстрый переход от этой темноты к свету, когда

появился первый луч Солнца. С этим появлением все исчезло: дымчатый отлив, каким одеты были все окружающие предметы, особенно вид облаков, мрак, покрывающий восточную часть горизонта, и заря, освещающая противоположную часть неба, одним словом, все, что явление полного затмения делало столько величественным и удивительным для всякого внимательного наблюдателя чудес природы». Отчет Н.И. Лобачевского «Полное затмение Солнца в Пензе 26 июня 1842 года» был опубликован при его жизни в «Ученых записках Казанского университета» (1842 г., книга № 3). Николай Иванович писал: «Астрономические наблюдения делал гос. Ляпунов, которому помощником был студент Магзиг. Мы с гос. Кнорром оставили для себя другого рода занятие: наше внимание обращено было на самое явление, по истине великолепное, хотя многое скрыто было для наших глаз под завесой облаков. На месте дневного светила, когда последний его луч исчез, явился темный круг, как бы само солнце, но теперь уже черное стояло на небе. В трепетном ожидании чего-то неизвестного, с торопливым желанием все видеть, с опасением чего-нибудь не заметить, стояли мы, зрители, среди призраков во мраке, с обращенным взором к потухшему Солнцу, как обвороженные, постигнутые страхом и беспокойством, вдохновенные чувством возвышенным и торжественным». Сообщение вызвало большой интерес. Оно было заслушано на Ученом Совете, поскольку Лобачевский «высказывал глубокие мысли по поводу научных теорий вообще и теорий физики в частности».

Полное затмение Солнца в 1842 г. побудило Н.И. Лобачевского заняться одной из важнейших теорий физики середины XIX в. – теорией света. Он развивает намного опередившие его эпоху мысли о возможности двойственной природы света; о том, что свет представляет собой одновременно

колебания эфира и движение мельчайших частиц: *«То несомненно, что пространство повсюду наполнено центрами, откуда вытекает или сила притягательная или сила отталкивающая. Центры, таким образом, между двух противоположных сил держатся в равновесии, что нарушение равновесия бывает или причиной изменения совершенного, или только колебаниями внутри тел... Можно верным остаться теории Ньютона, прибавив только что поток эфира, встречая препятствие на пути, приходит в волнение».*

Николай Иванович большое внимание уделял постановке преподавания в Университете, особенно после вступления в должность ректора; боролся с косностью, ограниченностью и реакционностью некоторых преподавателей. При малейшей возможности он посещал другие учебные заведения, изучал используемые там педагогические системы – для того, чтобы применить самое интересное. В актовой речи 5 июля 1828 г. Н.И. Лобачевский говорил о проблемах воспитания: *«Человек рожден быть господином, царем природы. Не проходите мимо всего того богатства, которое дает всем наука, искусство, природа. Вбирайте это богатство в себя».*

29 апреля 1838 г. “За заслуги на службе и в науке” Н.И. Лобачевскому были пожалованы чин действительного статского советника, дворянство и дан герб. Изображенные на гербе пчелы, стрелы и подковы означают, соответственно, трудолюбие и целеустремленность, приведение к успеху; символ в верхнем углу герба – шестиконечная звезда (пентограмма, составленная из двух золотых треугольников) – является знаком масонов (вольных каменщиков), или иллюминатов. Эти “просвещенные объединения научно-философского толка и мистического характера (в разной степени дозволенные или тайные)” должны были, основываясь на рациональных соображениях справедливости, пользы, целесообразности и гуманности,



*Герб потомственного дворянина Н.И. Лобачевского.*

построить новое общество без религиозных предрассудков; создать фундамент для новых гармонических отношений. Масоны – ответвление от Общества иллюминатов – более законспирированное, со своими ритуалами, обычаями и учением. Церковь жестко боролась с тайными мистическими обществами (во второй половине XVIII в. и начале XIX в. они были широко распространены в Европе и России). Положительное влияние этого учения на развитие культурной и социальной жизни в России не подлежит сомнению. В консервативном Казанском университете масонство было строжайше запрещено, но известно, что некоторые из профессоров принадлежали к этому тайному обществу. Никаких письменных доказательств принадлежности Н.И. Лобачевского к масонской ложе не найдено, но то, что его учитель Ф.-К. Броннер был иллюминатом, известно из его автобиографии. Конечно, мудрый Ф.-К. Броннер мог оказать серьезное влияние на душу





*Н.И. Лобачевский. Дагерротип, 1855 г.*

талантливому, свободолюбивому, тянущегося ко всему новому юного коллеги. Из переписки с попечителем Казанского учебного округа М.А. Салтыковым видно, с каким уважением и почтением относился крупный столичный чиновник к профессору провинциального молодого университета.

В 1841 г. Николаю Ивановичу присвоено звание заслуженного профессора, в следующем году он был избран членом-корреспондентом Гёттингенского королевского научного общества; в 1855 г. по случаю столетия Московского университета избран его почетным членом с вручением серебряной медали. Н.И. Лобачевский награжден шестью орденами.

1846 год был для Н.И. Лобачевского тяжелым: 8 февраля умирает его двухлетняя дочь Надежда; в этом же году, по истечении 30 лет службы, Министерство просвещения по уставу должно было принять решение – оставить его и И.М. Симонова

профессорами или выбрать новых преподавателей. Несмотря на мнение совета об оставлении их в Университете, министерство лишило Н.И. Лобачевского не только руководства кафедрой, но и отстранило от должности ректора. Он был назначен помощником попечителя Казанского учебного округа.

Вскоре Лобачевский разорился, дом в Казани и имение жены были проданы за долги. В 1852 г. умер от туберкулеза старший сын Алексей, любимец Николая Ивановича. Его здоровье было тоже подорвано, ослабело зрение. Несмотря на это, он по мере сил старается участвовать в жизни университета: председательствует в комиссии по празднованию 50-летия учебного заведения.

12 февраля 1856 г. Николай Иванович Лобачевский покинул этот мир, отдав всю свою жизнь служению любимой науке и Казанскому университету.

Покоится его прах на Арском кладбище в Казани. На надгробии – надпись: «Здесь похоронен помощник попечителя Казанского учебного округа, заслуженный профессор и ректор Казанского Императорского университета, почетный член Университета Москвы, член-корреспондент Гёттингенского королевского общества и член общества северных антиквариеров, действительный статский советник, разных орденов кавалер Н.И. Лобачевский».

Когда во второй половине 1860-х гг. работы Николая Ивановича уже были повсеместно оценены по достоинству и переведены на все основные европейские языки, Казанский университет в 1883 г. издал «Полное собрание сочинений по геометрии» Н.И. Лобачевского.

В 1893 г. Казань широко отмечала 100-летие со дня рождения Николая Ивановича. Слава его уже была настолько велика и в России, и в Европе, что призыв Физико-математического общества при Казанском Императорском университете составить капитал Международного Фонда Лобачевского нашел повсеместный отклик. В 1895 г. на средства фонда была учреждена

Международная премия имени ученого с вручением медали, а в 1896 г. в сквере напротив Университета открыли памятник Н.И. Лобачевскому работы М.-Л. Деллона.

Профессор математики, внук Ивана Михайловича Симонова, А.В. Васильев – активный пропагандист идей Лобачевского – на открытии памятника сказал: «Памятник Лобачевскому против здания любимого им Университета – не преувеличенная награда человеку, вся жизнь которого была посвящена просвещению родной страны, великому мыслителю, так много сделавшему для научной славы России и Казанского университета».

В 1970 г. на обратной стороне Луны именем Н.И. Лобачевского был назван



Медаль Международной премии им. Н.И. Лобачевского, учрежденной в 1895 г.

кратер диаметром 87 км (координаты – 9,76° с.ш. и 113,07° в.д.). Особое внимание хотелось бы уделить кратеру Лобачевский и необычным образованиям на лунной поверхности, связанным с ним (Земля и Вселенная, 2014, № 6, с. 67–68). Это – не одинокое образование, а комплекс, состоящий из близко лежащих друг к другу большого и более мелких кратеров; хотя принято говорить только о самой крупной компоненте этой кратерной системы. Он входит в категорию молодых лунных объектов.

В апреле 1972 г. на одном из снимков NASA, переданном с космического корабля “Аполлон-16”, видно: на внешнем краю этого кратера были обнаружены структуры, похожие на очертания башен или столбов, отбрасывающие тени. Существует несколько гипотез возникновения объектов, одна из которых свидетельствует об искусственном происхождении этих столбов, построенных якобы инопланетными цивилизациями. Однако до сих пор кратер Лобачевский хранит тайну образования лунных башен и, видимо, разгадать ее смогут только будущие космические миссии, которые отправятся к нашему естественному спутнику.

Первая карта обратной стороны Луны была создана в СССР, основываясь на самых первых снимках, переданных АМС “Луна-3” в 1959 г, а первая “Полная карта Луны”, на которой были показаны и видимое полушарие (на основе наземных фотографий),

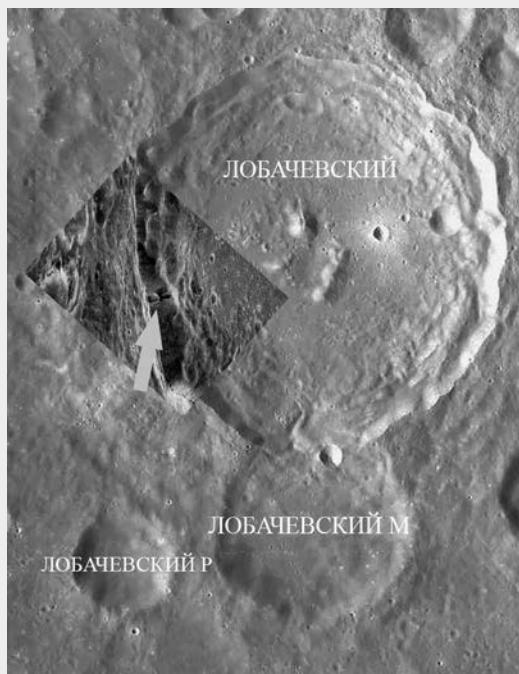


Надгробие Н.И. Лобачевского на Арском кладбище в Казани.



Памятник Н.И. Лобачевскому, установленный в садике им. Н.И. Лобачевского, расположенном около Казанского федерального университета. Скульптор М.-Л. Деллон.

и невидимое (по снимкам “Луны-3” и “Зонда-3”), была издана в СССР в 1967 г. Позже, по мере поступления новых фотоматериалов, переданных АМС серии “Лунар Орбитер” (США), беспилотными КК “Зонд-6, -7 и -8” (СССР) и пилотируемыми кораблями “Аполлон” (США), “Полная карта Луны” на 9-ти листах в масштабе 1:5 000 000 (в 1 см – 50 км) переиздавалась в 1969 г. и в 1979 г. В этот период на карте обратной стороны Луны и был обозначен кратер Лобачевский, находящийся на юго-восточном склоне более крупного кратера Флеминг диаметром 126 км.



Комплекс кратера Лобачевский на обратной стороне Луны. На внешнем краю кратера были обнаружены структуры (обозначены стрелкой), похожие на очертания башен или столбов. Фото NASA.

2017 год в Казанском Федеральном Университете объявлен Годом Лобачевского в честь 225-летия со дня рождения великого ученого.

В заключение хотелось бы еще раз сказать: в бесконечной Вселенной и параллельные прямые пересекаются!

*Ю.А. НЕФЕДЬЕВ,*

*доктор физико-математических наук  
директор Астрономической обсерватории  
им. В.П. Энгельгардта*

*Казанского федерального университета*

*И.А. ДУБЯГО,*

*кандидат физико-математических наук  
научный сотрудник Астрономической  
обсерватории*

*им. В.П. Энгельгардта*

*Казанского федерального университета*

*А.О. АНДРЕЕВ,*

*магистрант*

*Институт физики*

*Казанского федерального Университета*