

История опытов с бросанием монеты

Часть 1. Опыт де Бюффона¹

Г.И.Фалин, д.ф.м.н., проф.
кафедра теории вероятностей
механико-математический факультет
МГУ им М.В.Ломоносова (Москва)
<http://mech.math.msu.su/~falin>

В учебной литературе для доказательства близости частоты выпадения «орла» при бросаниях монеты к вероятности этого события часто упоминают опыты Бюффона, де Моргана, Джевонса, Пирсона, Романовского, Феллера. Используя оригинальные труды этих учёных, мы подробно рассказываем о приписываемых им опытах. Оказывается проводились более сложные эксперименты, чем простое бросание одной монеты, и обычная интерпретация этих опытов часто незаконна. В первой части статьи мы рассказываем об опыте де Бюффона.

Ключевые слова: бросание монеты, опыты, устойчивость частот, петербургская игра

¹ Г.И.Фалин. История опытов с бросанием монеты. Часть 1. Опыт де Бюффона. *Математика в школе*, 2014, №9, стр.55-60.

Введение

В школьных учебниках для подтверждения факта устойчивости частот случайных событий, связанных со стохастическими экспериментами (т.е. с экспериментами, которые можно неограниченно долго проводить в неизменных условиях) обычно приводят данные о частоте выпадения «орла» в опытах с бросанием монеты. Например, в [1], стр.393, говорится: «Многие учёные проводили эксперимент. При многократном бросании монеты подсчитывалось число выпадений орла. Результаты этих опытов показаны в таблице

Фамилия	Кол-во бросков	Частота выпадений орла	Фамилия	Кол-во бросков	Частота выпадений орла
Бюффон	4040	0,507	Романовский	80640	0,4923
Де Морган	4092	0,5005	Пирсон К.	24000	0,5005
Джеворнс	20480	0,5068	Феллер	10000	0,4979

Из таблицы видно, что выпадение орла во всех случаях близко к $\frac{1}{2}$.»

Данные этой таблицы приводятся не только в школьных, но и в университетских учебниках. Громадное число страниц в интернете (как в отечественной, так и в зарубежной зоне) копирует ту же информацию (иногда указывают не относительные, а абсолютные частоты выпадений орла).

Однако, если обратиться к первоисточникам, т.е. работам учёных, чьи имена упомянуты в этой таблице, то выяснится, что на самом деле некоторые из этих учёных вовсе не проводили таких опытов, а некоторые проводили более сложные опыты, чем простое бросание монеты с подсчётом числа выпавших орлов, и ставили своей целью не продемонстрировать устойчивость частоты выпадения орла, а изучить гораздо более сложные стохастические явления.

Дело в том, что факт устойчивости частот наступления событий при большом числе испытаний был не только установлен (вначале чисто эмпирически), но и широко известен, уже во второй половине 17 века.

Швейцарский математик Яков Бернулли (Jacob Bernoulli, 27.12.1654-16.08.1705) в своём знаменитом труде «Искусство предположений» («Ars Conjectandi»), опубликованном в 1713 году (но написанном гораздо раньше), пишет: «...если кто-либо будет рассматривать состояние погоды за очень большое число истекших годов и будет отмечать, сколько раз она была ясной или дождливой, или кто-либо очень часто будет присутствовать при игре двоих и наблюдать, сколько раз тот или другой оказывается в игре победителем, то тем самым откроет отношение, в котором вероятно находятся числа случаев, когда то же событие при обстоятельствах, подобных прежним, и в будущем может случиться или не случиться. Этот опытный способ определения числа случаев по наблюдениям *не нов и не необычен*... и то же все постоянно соблюдают в повседневной практике.» (цитируется по русскому переводу [2] четвёртой части книги Я.Бернулли, которая наиболее интересна для математиков).

В «Искусстве предположений» Я.Бернулли доказал закон больших чисел (близость частоты наступления события к его вероятности при большом числе испытаний) как строгую математическую теорему. Отметим, что хотя «Искусство предположений» было опубликовано в 1713 году, закон больших чисел был доказан Я.Бернулли около 1690 года.

Более того, метод, применённый Я.Бернулли для доказательства закона больших чисел, позволяет оценить, насколько велики могут быть отклонения частоты $\nu_n(A)$

наступления события A от его вероятности $P(A)$. Он иллюстрирует это следующим примером (см. стр. 59 книги [2]): если $P(A)=0.6$, то «... при 25550 опытах будет более, чем в тысячу раз вероятнее, что отношение числа благоприятных наблюдений к числу всех будет заключено в пределах $\frac{31}{50}$ и $\frac{29}{50}$, а не вне их.» Поэтому в этой ситуации можно быть практически уверенным, что $|\nu_n(A) - P(A)| \leq 0.02$, т.е. что частота отклоняется от вероятности не больше, чем на 0.02.

Упомянутые в приведённой выше таблице учёные жили гораздо позже. Поэтому вряд ли их могли интересовать элементарные опыты по устойчивости частоты выпадения орла при многократном бросании монеты сами по себе. Какие же опыты они ставили на самом деле? Ответить на этот вопрос совсем несложно – нужно просто обратиться к их работам.

В настоящей статье мы подробно расскажем об этих исторических опытах и учёных, с именами которых они связаны. Мы объясним, что некоторые из этих опытов *можно интерпретировать* как опыты с бросанием одной монеты для подсчёта частоты выпадения орла, но для некоторых из них такая интерпретация *незаконна*.

Думаем, это позволит лучше понять не только историю развития теории вероятностей, но и саму теорию вероятностей, и будет интересно не только учителям, но и школьникам, интересующимся математикой.

Опыт де Бюффона

Французский естествоиспытатель Жорж-Луи Леклерк, граф де Бюффон² описал свой опыт в разделе XVIII опубликованной в 1777 году книги [3] под названием «Эссе по моральной арифметике» (обложка этой книги приведена на рис.2). Считается, что это первый опубликованный статистический эксперимент.

Его целью было изучить так называемую петербургскую игру, которая заключается в следующем. Бросают монету до тех пор, пока не выпадет орёл; если для этого потребовалось k бросаний, то игрок получает 2^{k-1} экю (экю – старинная французская монета). Иначе говоря, если перед первым появлением орла выпало r решек, то выигрыш равен 2^r . Таким образом, в петербургской игре всегда имеют дело с последовательностями орлов и решек вида: RPPRPO (в этом конкретном случае выигрыш игрока равен $2^5 = 32$ экю), которые обязательно заканчиваются выпадением орла, но перед этим стоит некоторое число решек (которое зависит от случая). Поскольку орёл рано или поздно выпадет, игрок всегда будет в выигрыше. Размер выигранной суммы зависит от случая и вопрос заключается в том, каков средний выигрыш – его можно считать справедливой платой за право участия в этой своеобразной безпроигрышной лотерее. Интересно отметить, что широко известная телевизионная игра «Кто хочет стать миллионером» является разновидностью петербургской игры. Изучение петербургской игры позволяет понять некоторые сложные явления в современной экономике, например, крах акций высокотехнологичных компаний в 2000 году [4]. Петербургскую игру в 1713 году (в слегка изменённой форме) придумал и предложил изучить швейцарский учёный Николай Бернулли (Nicolas Bernoulli, 27.01.1695–26.07.1726), племянник Якова Бернулли. Брат Николая Бернулли, знаменитый швейцарский учёный Даниил Бернулли (Daniel Bernoulli, 29.01.1700-17.03.1782), установил, что этот справедливый взнос равен

² Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon, 7.09.1707 – 16.04.1788. Его портрет см. на рис. 1; в Приложении приведены статьи из нескольких энциклопедий, посвящённых этому учёному.

бесконечности, в то время как любой выигрыш, каким бы большим он ни был, всегда конечен. Тот факт, что выигрыш всегда меньше вноса, делает игру бессмысленной и выглядит парадоксально и де Бюффон решил проверить его экспериментально.

В книге [3] де Бюффон пишет (на рис.3 приведён фрагмент книги де Бюффона с цитируемым ниже текстом): «Поэтому я проделал 2048 экспериментов, чтобы разобраться в этом вопросе; т.е. я 2048 раз играл в эту игру, где монету в воздух бросал ребёнок; эти 2048 партий игры принесли в общей сложности 10057 эю, так что эквивалентная сумма, на которую может надеяться человек, который может только выигрывать, равна почти 5 эю за одну партию игры. В этом эксперименте было 1061 партий игры, которые принесли только по одному эю, 494 партий игры, которые принесли 2 эю, 232 партий игры, которые принесли 4 эю, 137 партий игры, которые принесли 8 эю, 56 партий игры, которые принесли 16 эю, 29 партий игры, которые принесли 32 эю, 25 партий игры, которые принесли 64 эю, 8 партий игры, которые принесли 128 эю, и, наконец, 6 партий игры, которые принесли 256 эю.»

Результаты опыта де Бюффона удобно представить в табличной форме.

Таблица1. Результаты опыта де Бюффона

число бросаний монеты в одной партии игры, i	выигрыш в одной партии, 2^{i-1} эю	число партий игры с данным выигрышем, N_i	выплата за все партии игры с данным выигрышем, $N_i \cdot 2^{i-1}$ эю	число решек во всех играх с данным выигрышем, $(i-1)N_i$	число орлов во всех играх с данным выигрышем, $1 \cdot N_i$
1	1	1061	1061	0	1061
2	2	494	988	494	494
3	4	232	928	464	232
4	8	137	1096	411	137
5	16	56	896	224	56
6	32	29	928	145	29
7	64	25	1600	150	25
8	128	8	1024	56	8
9	256	6	1536	48	6
10,11,...	512,1024,...	0	0	0	0
	Всего:	2048	10057	1992	2048

В опыте де Бюффона после $k=2048$ партий петербургской игры общий выигрыш составил 10057 эю, т.е. средний выигрыш в расчёте на одну партию равен $\frac{10057}{2048} \approx 4.91$ эю. Поэтому де Бюффон сделал вывод, что справедливая плата за одну партию петербургской игры должна быть примерно 5 эю, а вовсе не бесконечно большой суммой, как говорит теория вероятностей. Остроумные аргументы, выдвинутые де Бюффоном для обоснования этого вывода, хотя и ошибочные с формально-математической точки зрения, содержали интересные идеи относительно практической невозможности наступления событий очень малой вероятности, полезности денег и т.д.

В $k=2048$ испытаниях (напомним, что одно испытание – это одна партия петербургской игры, т.е. цикл бросаний монеты до появления орла) де Бюффон получил $k=2048$ орлов и $l=1992$ решек. Значит, всего он бросал монету $n = 2048 + 1992 = 4040$ раз (на самом деле, как мы отмечали, монету бросал вовсе не граф де Бюффон, а его маленький слуга). Эти числа во всех известных нам учебниках *интерпретируют* так:

эксперимент де Бюффона при $n=4040$ бросаниях монеты дал $k=2048$ орлов; значит частота выпадения орла равна $\frac{k}{n} = \frac{2048}{4040} \approx 0.506931$.

Однако, строго говоря, *эта интерпретация незаконна*. Дело в том, что при расчёте частоты $\nu_n = \frac{k}{n}$ знаменатель n (число опытов) фиксирован заранее, а числитель k (число опытов, в которых наблюдалось интересующее нас событие) зависит от случая и, конечно, от n : $k \equiv k_n$. В опыте де Бюффона заранее был задан числитель k дроби $\frac{k}{n}$ (задавалось число партий петербургской игры, т.е. фактически число выпавших орлов), а знаменатель n (общее число потребовавшихся для этого бросаний монеты) зависел от случая и, конечно, от k : $n \equiv n_k$. Поэтому дробь $\frac{k}{n}$ является случайной величиной, зависящей от k :

$$\mu_k = \frac{k}{n_k}.$$

Гораздо важнее то, что частота $\nu_n = \frac{k_n}{n}$ является частным от деления случайной величины k_n на натуральное число n , в то время как «частота» $\mu_k = \frac{k}{n_k}$ является частным от деления натурального числа k на случайную величину n_k . Статистические свойства частоты $\nu_n = \frac{k_n}{n}$ и «частоты» $\mu_k = \frac{k}{n_k}$ совершенно различны. Это легко понять, например, из следующего. Случайная величина k_n может принимать конечное число возможных значений: $0, 1, 2, \dots, n-1, n$. Соответственно, возможные значения частоты $\nu_n = \frac{k_n}{n}$ есть: $0, \frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \dots, \frac{n-1}{n}, 1$. Случайная величина n_k может принимать бесконечное число возможных значений: $k, k+1, k+2, \dots$. Соответственно, возможные значения «частоты» $\mu_k = \frac{k}{n_k}$ есть: $1, \frac{k}{k+1}, \frac{k}{k+2}, \dots$.

Как ни интересно было бы изучать свойства случайной величины $\mu_k = \frac{k}{n_k}$, вовсе не она интересовала де Бюффона. На самом деле опыт де Бюффона заключался в определении экспериментальным путём для разных значений i числа N_i партий петербургской игры, в которых для выигрыша потребовалось ровно i бросаний монеты. Иначе говоря, в опыте де Бюффона изучалась не частота появления одиночного события «выпал орёл», а целой серии событий: A_i = «орёл впервые появился после i -го бросания монеты», $i = 1, 2, 3, \dots$. Вероятность события A_i равна $\frac{1}{2^i}$, а частоты равны $\frac{N_i}{2048}$. Отсюда, в частности, ясно, что де Бюффон провёл ровно $2048 = 2^{11}$ испытаний именно потому, что вероятности $P(A_i)$ являются дробями, в знаменателе которых стоят степени числа 2. Из Таблицы 2 хорошо видно, что частоты очень близки к соответствующим вероятностям (события A_8, A_9, \dots , вероятность наступления которых по сравнению с числом экспериментов не очень велика, мы объединили в одно событие). Не вдаваясь в детали, скажем, что современные методы математической статистики (критерий «хи-квадрат»)

подтверждают вывод (к которому пришёл и де Бюффон) о хорошем в целом соответствии наблюдаемых значений теории.

Таблица 2. Соответствие результатов опыта де Бюффона теории

число бросаний монеты в одной партии игры, i	вероятность $p_i = \frac{1}{2^i}$	частота $\nu_i = \frac{N_i}{2048}$	относительная погрешность $\frac{\nu_i - p_i}{p_i}$
1	0.5000	0.5181	3.6%
2	0.2500	0.2412	-3.5%
3	0.1250	0.1133	-9.4%
4	0.0625	0.0669	7.0%
5	0.0313	0.0273	-12.6%
6	0.0156	0.0142	-9.2%
7	0.0078	0.0122	56.5%
8,9,...	0.0078	0.0068	-12.4%
Итого:	1	1	

Литература

1. Алгебра. 9 кл. Ю.Н.Макарычев и др. 7-е изд. М.:Мнемозина, 2008.
2. Я.Бернулли. О законе больших чисел. М.: Наука, 1986.
3. Comte de Buffon. Essais d'Arithmétique morale. Supplément IV, Histoire naturelle, générale et particulière. A Paris, L'Imprimerie Royale, 46–110, 1777.
4. Gábor J. Székely and Donald St. P. Richards. The St. Petersburg Paradox and the Crash of High-Tech Stocks in 2000. *The American Statistician*, Vol. 58, No. 3 (Aug., 2004), pp. 225-231.



Рис.1. Buffon, naturaliste et écrivain français. Peinture à l'huile (1839) de Vincent Nicolas Raverat. (Musée du Château de Versailles.)

HISTOIRE
NATURELLE,
GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE.

PAR

M. LE COMTE DE BUFFON,
*Intendant du Jardin du Roi, de l'Académie Française ;
& de celle des Sciences, &c.*

NOUVELLE ÉDITION,

Où l'on a réuni, à leur article principal, les Additions ;
qui, dans les Éditions précédentes, se trouvent
dispersées en différens Volumes.

TOME HUITIÈME.
ARITHMÉTIQUE MORALE.



A LAUSANNE,
Chez J. P. HEUBACH & COMP.
ET A BERNE,
Chez LA NOUVELLE SOCIÉTÉ TYPOGRAPHIQUE.

M. DCC. LXXXV.

Рис. 2. Обложка «Эссе по моральной арифметике» графа де Бюффона

J'ai donc fait deux mille quarante-huit expériences sur cette question ; c'est-à-dire , j'ai joué deux mille quarante-huit fois ce jeu en faisant jeter la pièce en l'air par un enfant ; les deux mille quarante-huit parties de jeu , ont produit dix mille cinquante-sept écus en tout ; ainsi , la somme équivalente à l'espérance de celui qui ne peut que gagner , est à peu - près cinq écus , pour chaque partie. Dans cette expérience , il y a eu mille soixante-une parties qui n'ont produit qu'un écu , quatre cens quatre-vingt-quatorze parties qui ont produit deux écus , deux cens trente-deux parties qui en ont produit quatre , cent trente-sept parties qui ont produit huit écus , cinquante - six parties qui en ont produit seize , vingt-neuf parties qui ont produit trente-deux écus , vingt - cinq parties qui en ont produit soixante-quatre , huit parties qui en ont produit cent vingt-huit , & enfin six parties qui en ont produit deux cens cinquante - six. Je tiens ce

Рис. 3 Часть страницы из «Эссе по моральной арифметике» графа де Бюффона, где описан его опыт

Приложения

Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона. – С.-Пб.: Брокгауз-Ефрон. 1890 – 1907.

Жорж-Луи Леклер, граф Buffon — знаменитый ученый; родился в Монбаре, в Бургундии, 7 сентября 1707 г.; получил от своего отца, Бенжамена Леклера, бывшего советником парламента в Дижоне, тщательное воспитание, затем объехал с молодым герцогом Кингстоном Францию и Италию, а потом отправился в Англию, где перевел "Теорию флукций" Ньютона и "Статику растений" Галя. Эти переводы и несколько самостоятельных статей математического содержания вызвали в 1733 г. назначение его членом академии наук; в 1739 г. он был назначен интендантом королевского ботанического сада, и с этого времени деятельность его была посвящена преимущественно естественным наукам. В то время, как родившийся в одном с ним году Линней поставил себе задачей создание формальной стороны науки, систематики и классификации, — Б. старался противопоставить строгому методическому ходу описания природы и наружного вида животных их нравы и образ жизни, и тем возбудить интерес образованных людей к животному миру. Соответственно с этим, план его состоял в том, чтобы собрать отдельные факты из всех отраслей естествоведения и воспользоваться ими для выяснения системы природы. Но для выполнения этого плана ему недоставало как основательного знания, так и терпения в трудных исследованиях. Одаренный живым воображением и склонный разрешать сомнения блестящими гипотезами, он не мог приспособиться к строго научному методу Линнеевской школы. Важная заслуга Бюффона состоит в том, что он положил конец смешению позитивной теологии с естествоведением. Это стремление не осталось без влияния и вне Франции. Возбужденные впервые Б. свободные воззрения, несмотря на сильную оппозицию Галлера, Бонне и некоторых немецких ученых, пробили себе путь по всем направлениям, а, кроме того, его наблюдения дали толчок более глубоким научным исследованиям.

С научной точки зрения сочинения Б. имеют, в настоящее время, мало значения, между тем как они все еще представляют собой образец ораторского, иногда высокопарного стиля. Его философские попытки объяснения явлений природы нашли резкого противника уже в Кондильяке и могли привлекать к себе только как поэтическое представление природы; такова, например, написанная в самом блестящем стиле теория Земли ("эпохи природы"). Наблюдения над жизнью животных редко собраны им самим, но остроумно обработаны, хотя и не с физиологической точки зрения, которая одна только имеет значение в настоящее время. Научное значение имеют еще систематические работы Добантона, товарища Б., который принимал серьезное участие в "Естественной истории млекопитающих" Бюффона. Самая незначительная часть сочинений Б. посвящена минералогии. В "Естественной истории животных" рассмотрены млекопитающие, птицы и большая часть рыб; она началась в 1749 г. (3 тома) и закончилась в 1783 г. (24 том). В ней, однако, находятся и опыты по геогении, антропологии и т. д. Сочинения Б. издавались часто, обыкновенно под заглавием "Histoire naturelle générale et particulière" (лучшее издание, в 36 томах, Париж, 1749—88; изд. Ламуру и Демарэ, в 40 томах, 1824—

32; изд. Флуранса, в 12 томах, Париж, 1802). Переводы и выдержки из них есть на большей части европейских языков. Изданное Лелонем под заглавием: "Histoire naturelle des animaux rares et curieux découverts par les voyages depuis la mort de Buffon" (Париж, 1829) и особенно выходившие в Париже с 1837 г., весьма важные многотомные "Suites à Buffon" имеют общего с сочинениями Б. только одно имя и суть чисто систематические сочинения. Б. умер в Париже 16 апреля 1788 г., после того как Людовик XV возвел его в графское достоинство, а Людовик XVI, еще при его жизни, почтил бюстом, который был поставлен у входа в королевский естественноисторический кабинет с надписью: "Majestati naturae par ingenium". Правнук Б., Анри де-Б., издал его "Correspondance" (2 т., Париж, 1860), а также сочинение: "Buffon, sa famille, ses collaborateurs et ses familiers" (Париж, 1863). В русском переводе из сочинений Б. имеются: "Всеобщая и частная история естественная графа де Бюффона" (10 частей, С.-Петербург, 1789—1808); "Бюффон для юношества, или сокращенная история трех царств природы", соч. Петра Бланшарда (5 частей, Москва, 1814 г.).

Э. Брандт.

Знаменитый французский натуралист составил несколько замечательных статей, относящихся к лесному хозяйству и исследованию технических свойств древесины. В III томе "Supplement à l'histoire naturelle" (Париж, MDCCLXXVI) помещены два мемуара: XI — "Expériences sur la force du bois", где изложены весьма интересные исследования автора над плотностью, твердостью и тяжестью древесины, и XII, состоящий из двух частей: в первой статья "Moyen facile d'augmenter la solidité, la force et la durée du bois" указывает простое средство для увеличения плотности, твердости и прочности древесины посредством снятия коры на растущих еще деревьях, в другой же — "Expériences sur le dessèchement du bois a l'air et sur son imhibition dans l'eau" — описываются опыты Бюффона над высушиванием дерева в воздухе, произведенные им с 1733 по 1744 гг., и над впитыванием воды древесиной; во второй части, в двух статьях: "Sur la conservation et le rétablissement des forêts" и "Sur la culture et l'exploitation des forêts", рассматривается вопрос о сбережении, восстановлении и разведении лесов и пользовании ими. Наконец, в "Recherches sur les bois" излагаются весьма интересные опыты возвращения погибших деревьев на корабельные кницы двукратным обрезанием у этих деревьев вершин стволов и верхушек молодых ветвей.

В. С.

1911 Encyclopædia Britannica, volume 4

BUFFON, GEORGE LOUIS LECLERC, COMTE DE (1707-1788), French naturalist, was born on the 7th of September 1707, at Montbard (Côte d'Or), his father, Benjamin François Leclerc de Buffon (1683-1775), being councillor of the Burgundian parlement. He studied law at the college of Jesuits at Dijon; but he soon exhibited a marked predilection for the study of the physical sciences, and more particularly for mathematics. Whilst at Dijon he made the acquaintance of a young Englishman, Lord Kingston, and with him travelled through Italy and then went to England. He published a French translation of Stephen Hales's *Vegetable Statics* in 1735, and of Sir I. Newton's *Fluxions* in 1740. At twenty-five years of age he succeeded to a considerable property, inherited from his mother, and from this time onward his life was devoted to regular scientific labour. At first he directed his attention more especially to mathematics, physics, and agriculture, and his chief original papers are connected with these subjects. In the spring of 1739 he was elected an associate of the Academy of Sciences; and at a later period of the same year he was appointed keeper of the Jardin du Roi and of the Royal Museum. This appears to have finally determined him to devote himself to the biological sciences in particular, and he began to collect materials for his *Natural History*. In the preparation of this voluminous work he associated with himself L.J.M. Daubenton, to whom the descriptive and anatomical portions of the treatise were entrusted, and the first three volumes made their appearance in the year 1749. In 1752 (not in 1743 or 1760, as sometimes stated) he married Marie Françoise de Saint-Belin. He seems to have been fondly attached to her, and felt deeply her death at Montbard in 1769. The remainder of Buffon's life as a private individual presents nothing of special interest. He belonged to a very long-lived race, his father having attained the age of ninety-three, and his grandfather eighty-seven. He himself died at Paris on the 15th of April 1788, at the age of eighty-one, of vesical calculus, having refused to allow any operation for his relief. He left one son, George Louis Marie Leclerc Buffon, who was an officer in the French army, and who died by the guillotine, at the age of thirty, on the 10th of July 1793 (22 Messidor, An II.), having espoused the party of the duke of Orleans.

Buffon was a member of the French Academy (his inaugural address being the celebrated *Discours sur le style*, 1753), perpetual treasurer of the Academy of Sciences, fellow of the Royal Society of London, and member of the Academies of Berlin, St Petersburg, Dijon, and of most of the learned societies then existing in Europe. Of handsome person and noble presence, endowed with many of the external gifts of nature, and rejoicing in the social advantages of high rank and large possessions, he is mainly known by his published scientific writings. Without being a profound original investigator, he possessed the art of expressing his ideas in a clear and generally attractive form. His chief defects as a scientific writer are that he was given to excessive and hasty generalization, so that his hypotheses, however seemingly brilliant, are often destitute of any sufficient basis in observed facts, whilst his literary style is not unfrequently theatrical and turgid, and a great want of method and order is commonly observable in his writings.

His great work is the *Histoire naturelle, générale et particulière*; and it can undoubtedly claim the merit of having been the first work to present the previously isolated and apparently disconnected facts of natural history in a popular and generally intelligible form. The sensation which was made by its appearance in successive parts was very great, and it certainly effected much good in its time by generally diffusing a taste for the study of nature. For a work so vast, however—aiming, as it did, at being little less than a general encyclopaedia of the sciences—Buffon's capacities may, without disparagement, be said to have been insufficient, as is shown by the great weakness of parts of the work (such as those relating to mineralogy). The *Histoire naturelle* passed through several editions, and was translated into various languages. The edition most highly prized by collectors, on account of the beauty of its plates, is the first, which was published in Paris (1749-1804) in forty-four quarto volumes, the publication extending over more than fifty years. In the preparation of the first fifteen volumes of this edition (1749-1767) Buffon was assisted by Daubenton, and subsequently by P. Guéneau de Montbéliard, the abbé G.L.C.A. Bexon, and C.N.S. Sonnini de Manoncourt. The following seven volumes form a supplement to the preceding, and appeared in 1774-1789, the famous *Époques de la nature* (1779) being the fifth of them. They were succeeded by nine volumes on the birds (1770-1783), and these again by five volumes on minerals (1783-1788). The remaining eight volumes, which complete this edition, appeared after Buffon's death, and comprise reptiles, fishes and cetaceans. They were executed by B.G.E. de Lacépède, and were published in successive volumes between 1788 and 1804. A second edition begun in 1774 and completed in 1804, in thirty-six volumes quarto, is in most respects similar to the first, except that the anatomical descriptions are suppressed and the supplement recast.

See Humbert-Bazile, *Buffon, sa famille, &c.* (1863); M.J.P. Flourens, *Hist. des travaux et des idées de Buffon* (1844, 3rd ed., 1870); H. Nadault de Buffon, *Correspondance de Buffon* (1860); A.S. Packard, *Lamarck* (1901).