

ББК
72
НЗ40

НАУКА ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

ФИШЕР

47

Статистический вывод



Возможно да, возможно нет

DeAGOSTINI

ФИШЕР

Статистический вывод

Возможно да, возможно нет

НАУКА. ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

Наука. Величайшие теории: выпуск 47: Возможно да, возможно нет. Фишер. Статистический вывод. / Пер. с итал. — М.: Де Агостини, 2015. — 176 с.

Рональд Фишер — ученый, снабдивший статистику инструментами, благодаря которым она обрела то огромное значение, которое имеет сегодня. Его основной вклад — статистический вывод, инновационный подход, связанный с понятием вероятности, который дал статистике, состоявшей прежде на службе других дисциплин, необходимый импульс для того, чтобы она стала полноправной наукой. Этому британскому математику и биологу мы обязаны статистическим методом, который применяется в планировании научных экспериментов. Он был ярким сторонником евгеники, зародившейся в первой половине XX века, и в этом контексте его исследования касались также генетики и современной эволюционной теории.

552069

ISSN 2409-0069

© Antonio M. Lallena Rojo, 2014 (текст)

© RBA Coleccionables S.A., 2014

© ООО «Де Агостини», 2014–2015



Иллюстрации предоставлены:

Galton.org: 37, 61 (вверху); Joan Pejoan (инфографика);
Rothamsted Research: 79 (внизу); Американский музей
естествознания: 121; Американское философское общество:
119; архив RBA: 59, 111, 138; библиотека Лондонской школы
экономики: 141; Джон Сноу: 27; кафедра статистики,
университет Беркли, Калифорния: 150; колледж Гонвилл
и Киз, Кембридж: 79 (вверху); Конрад Якобс: 130;
Международный институт статистики: 157 (внизу);
Национальная портретная галерея, Лондон: 61 (внизу
слева), 135; университет Аделаиды, Австралия: 33, 157
(вверху слева; вверху справа); Университетский колледж,
Лондон / лаборатория Колд Спринг Харбор: 61 (внизу
справа); Федеральные немецкие архивы: 80; Эллиот
и Фрай / Национальная портретная галерея: 45.

Все права защищены.

Полное или частичное воспроизведение
без разрешения издателя запрещено.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. Статистика до Фишера	15
ГЛАВА 2. Карл Пирсон и биометрическая школа	41
ГЛАВА 3. Математические основы статистического вывода	69
ГЛАВА 4. Согласование идей Дарвина и Менделя	105
ГЛАВА 5. Борьба с индукцией и научный метод	125
ПРИЛОЖЕНИЕ	161
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	169
УКАЗАТЕЛЬ	171

Введение

В учебниках по статистике обычно дается следующее определение: это наука, изучающая сбор, организацию и интерпретацию данных. Впрочем, в нем отсутствует важное уточнение: статистика говорит на языке вероятности. Она занимается изучением неопределенности самого разного происхождения. Так, например, статистический вывод оценивает расхождения между наблюдаемой реальностью и предсказаниями теоретических моделей, при этом неизбежно опираясь на вычисление вероятностей. Но кто сделал эту концептуальную и вероятностную инъекцию, которую статистика пережила в конце XIX — начале XX века?

В истории статистики немало выдающихся персонажей: Карл Пирсон, Ежи Нейман и Абрахам Вальд — это далеко не полный список. Но есть среди них один гений — Рональд Эйлмер Фишер. Многие ставшие уже привычными статистические методы берут свое начало в работах сэра Рональда, хотя в большинстве учебников этот факт обойден вниманием. Статьи и книги Фишера, в которых среди математических выкладок всегда находят место логические или философские рассуждения, представляют собой захватывающее и увлекательное чтение, хотя нередко вызывают у читателя раздражение из-за колкостей, которые британский статистик высказывал в отношении ряда своих коллег, не скупясь на оскорбления. И все же

попасть в круг Фишера означало принять участие в создании современной математической статистики.

Для наиболее важных достижений нашего героя характерен запутанный исторический контекст, мозаика научных концепций и философских идей. Фишер пришел к статистике через три совершенно отличные от нее науки: из астрономии он знал работы Гаусса и Лапласа; благодаря физике газов ему стало известно о приложениях, разработанных Кетле и Максвеллом; а эволюционная биология открыла ему путь к самым современным статистическим работам конца XIX века, написанным Фрэнсисом Гальтоном и Карлом Пирсоном.

Говоря о Фишере, нельзя не упомянуть о таком титане, как Карл Пирсон. В работах по математической теории эволюции Пирсон предвосхитил некоторые статистические методы, которые сегодня уже стали классикой. И все-таки он не спешил признать талант Фишера, упрямо отказываясь от поправок, которые перспективный исследователь предлагал внести в его работы. Пирсон дорого заплатил за эту ошибку, так как статьи молодого Фишера открывали новые горизонты, расширяли мир статистики и готовили почву для статистического вывода.

В возрасте 19 лет Фишер поступил в Кембридж, а в 21 год получил должность статистика на опытной сельскохозяйственной станции в Ротамстеде. Там, среди картофеля, удобрений и мышей, родилось то, что принесло ему успех и славу как исследователю. В 1920-е годы Фишер принял эстафету у группы ученых-статистиков, объединившихся вокруг Карла Пирсона, и закрепил научный статус статистики, сведя воедино ее математические основы. Английский статистик подарил науке целый ряд характерных понятий и методов. Он переосмыслил и в некоторых случаях дополнил терминологию: совокупность, выборка, параметр, статистика, дисперсия, правдоподобие, проверка значимости, рандомизация... — это лишь вершина айсберга.

Как архитектор, Фишер тогда же заложил основы теории оценок и теории статистических тестов. Первая занимается определением подходящей оценки для какого-либо неизвестного параметра, например для сравнения кандидатов. Вторая

имеет дело с эмпирической проверкой гипотез, касающихся конкретных значений параметров. Когда астроном хочет узнать истинное положение звезды с помощью повторных измерений ее положения, он прибегает к теории оценок. Когда два астронома имеют разные данные о положении звезды и решают провести совместное наблюдение, чтобы устранить все сомнения, они используют теорию статистических тестов. Но это не все. Фишер — создатель так называемого «экспериментального дизайна», или «планирования эксперимента», то есть использования статистики при планировании любых экспериментов.

Весь этот потрясающий багаж был собран в книге *«Статистические методы для исследователей»* (*Statistical Methods for Research Workers*), вышедшей в 1925 году и оказавшей значительное влияние на развитие дальнейших исследований статистиков и математиков, а также сельскохозяйственных инженеров, биологов, химиков и ученых в целом. Границы статистики расширились.

Этот обзор не будет полным, если мы не упомянем генетику, которая, как и статистика, владела помыслами Фишера на протяжении всей его жизни. Наш герой был одним из основателей популяционной генетики — науки, позволившей примирить Дарвина и Менделя (то есть естественный отбор и законы наследования) и создавшей таким образом синтетическую теорию эволюции, или неodarвинизм. Тем не менее интерес нашего героя к этой теме был вызван евгеникой, сомнительной доктриной, которая была популярна в первой половине прошлого века, в том числе в нацистской Германии, — Фишер же видел в ней точку соприкосновения статистики и эволюционизма.

В этой книге мы рассмотрим многочисленные философские и научные споры, в которые Фишер был вовлечен, — часть из них продолжаются по сей день, лишь подтверждая жизнеспособность статистики. Классическая теория статистики, какой мы ее знаем сегодня (включая теорию оценок, проверку гипотез, планирование экспериментов и выборочный метод), — результат деятельности двоих людей: Рональда Эйлмера Фишера и Ежи Неймана. Во многом их работы перекликались, до-

полняли друг друга, но в то же время между ними наблюдались и противоречия. Оба статистика не желали видеть свое имя рядом с именем оппонента, хотя поначалу они состояли в дружеских отношениях. Это противостояние завершилось лишь со смертью Фишера, считавшего, что Нейман только и мог, что критиковать его.

Британский статистик много размышлял о роли статистического вывода в научном методе, включившись таким образом в полемику с большинством своих коллег. Один из любимых всеми философами, от Аристотеля до Юма, вопросов стал навязчивой идеей Фишера-мыслителя. Речь об извечной проблеме индукции, которую он связал с вероятностью и статистикой, и индуктивные умозаключения приводили к вероятностным выводам.

Предположим, перед нами пациент с подозрением на туберкулез. Чтобы подтвердить эту гипотезу, мы проводим осмотр и делаем рентгеновский снимок, но получаем отрицательный результат. Разумеется, он не является окончательным, так как любое медицинское исследование может оказаться ошибочным, дав так называемый «ложноотрицательный» результат (точно так же иногда имеют место «ложноположительные»). Здесь мы сталкиваемся с настоящим статистическим тестом. В этой ситуации можно сформулировать три вопроса.

1. Чему и в какой степени мы должны поверить, исходя из имеющихся данных? Какова вероятность того, что у пациента туберкулез, при отрицательном тесте?
2. Какие из данных свидетельствуют о правдоподобии гипотезы? Можно ли сделать вывод, что пациент здоров?
3. Что мы должны сделать, основываясь на этих данных? Принять или отвергнуть гипотезу, что у пациента туберкулез?

Первый вопрос касается убежденности, второй — доказательства, и третий связан с принятием решения. Как будет

видно далее, в основном Фишер пытался дать ответ на второй вопрос. Байесовские статистики, в свою очередь, отвечают на первый вопрос, а последователи Неймана — на третий. Статистики-байесианцы и сторонники частотной интерпретации (в том числе последователи Фишера и Неймана) образуют два противоположных полюса.

Без сомнения, вклад Фишера изменил научную парадигму того времени, но не стоит думать, что только благодаря ему статистика стала самостоятельной наукой, автономной дисциплиной, и прекратила считаться придатком других дисциплин, таких как астрономия, социология и биология. Природа статистики, которая включает множество различных приложений, сложна, и не так легко определить, что кроме набора математических инструментов обеспечивает ее единство.

Конвергенция различных естественнонаучных и социальных дисциплин определила сегодняшний облик статистики и, как ни парадоксально, освобождение статистики от них. От азартных игр законы статистики, которые проявляются на общем, а не индивидуальном уровне, распространились на астрономию, геодезию, социологию, биологию, сельское хозяйство, промышленность и так далее. Монеты, игральные кости, карты и избирательные урны — это модели, которые мы используем в статистических рассуждениях, касающихся звезд, людей, генов, культур и производства автомобилей. В Античности вероятность и статистика проявлялись в наблюдениях за природой. Благодаря Фишеру они в первую очередь ассоциируются с выборочным методом, то есть случайной выборкой из популяции, хотя последняя является не более чем продуктом воображения ученого-статистика.

Рональд Эйлмер Фишер сделал статистику наукой на пути между математикой и эмпирикой, которую конкретные практические проблемы стимулируют едва ли не больше, чем проблемы теоретические. Демографические, экономические и медицинские данные придают этой науке актуальность и значимость. Без покровительства этого ученого она превратилась бы в маргинальную теоретическую дисциплину. Статистика переплетается со множеством экспериментальных наук,

являясь во многом геометрией для умозаключений. И только это объясняет, как она завоевала почти все области знания в XX веке в условиях технологической революции. Это образец объективности и стандартного подхода, который применяется к официальным измерениям, процессам производства и фармацевтическим исследованиям. Вспомним, что понятие населения как конкретной цифры было слабо определено до тех пор, пока не появились статистические учреждения, отвечающие за точную оценку количества жителей, работников и избирателей в государстве. Благодаря статистике цифры распространились по миру вплоть до самых дальних его уголков.

Искра того огня, который согревает нас сегодня, была высечена нашим героем. Ученый, исключительный по своему интеллекту и своей дерзости, как никто другой укрепил фундамент статистики. Его работы образуют остов науки, которую мы знаем. Глубоко вдохните и приготовьтесь погрузиться в океан статистической науки.

1890 17 февраля в пригороде Лондона на свет появился Рональд Эйлер Фишер.

1909 Поступает в Кембридж, где изучает математику, астрономию, статистическую механику, квантовую теорию и биологию.

1915 Получает первое важное очко в свою пользу, вычислив распределение коэффициента корреляции в выборке. Доказательство опубликовано в журнале Карла Пирсона *Biometrika*.

1917 Между Фишером и Пирсоном нарушается согласие из-за суровой критики, которой они подвергают друг друга.

1919 Фишер начинает работу на опытной сельскохозяйственной станции в Ротамстеде.

1922 Описывает центральные концепции статистического вывода в статье «О математических основах теоретической статистики» (*On the Mathematical Foundations of Theoretical Statistics*).

1925 Выходят в свет «Статистические методы для исследователей» (*Statistical Methods for Research Workers*) — одна из книг, повлиявших на распространение статистических знаний среди ученых и инженеров.

1930 Печатается монография «Генетическая теория естественного отбора» (*The*

Genetical Theory of Natural Selection), примиряющая менделевское наследование с теорией Дарвина.

1933 После отставки Карла Пирсона Фишер возглавляет половину отделения в *University College* в Лондоне — кафедре евгеники. Кафедра статистики переходит в руки Эгона Пирсона, сына Карла.

1935 Выходит книга «Планирование экспериментов» (*The Design of Experiments*) — основополагающее руководство для ученых, желающих извлечь максимальную пользу из собственных экспериментов при помощи статистических инструментов. Между Ежи Нейманом и Эгоном Пирсоном начинается полемика по поводу доказательства значимости и проверки гипотез.

1943 Возвращается в Кембридж на кафедру генетики.

1955 Старые споры с Нейманом и Пирсоном разгораются с новой силой, после того как Фишер представляет в *Королевском статистическом обществе* статью об индуктивном выводе.

1958 Фишер рассуждает о курении и раке легких, утверждая, что между ними отсутствует связь.

1962 29 июля умирает в Аделаиде (Австралия), где последние годы своей жизни провел как уважаемый исследователь.