

АКАДЕМИЧЕСКОЕ ПИСЬМО / ACADEMIC WRITING

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.24069/SEP-24-19>



Регрессионный анализ. На перекрестке трех дорог*

С.В. Мыльников 

ООО «Эко-Вектор», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

 s.mylnikoff@eco-vector.com

Резюме. Регрессионный анализ – достаточно популярный и несложный метод анализа экспериментальных данных. Если результаты корреляционного анализа говорят нам о статистически значимой связи между изучаемыми признаками, то результаты регрессионного – представляют собой графическое описание характера этой связи. В статье рассмотрены моменты, на которые обычно не обращают внимания авторы, но должен обратить внимание редактор и просто обязан – рецензент. Среди таких моментов – ложные предсказания, негауссово распределение остатков, отсутствие доверительных интервалов.

Ключевые слова: регрессия, экстраполяция, остатки, материалы и методы, представление результатов

Для цитирования: Мыльников С.В. Регрессионный анализ. На перекрестке трех дорог. *Научный редактор и издатель.* 2024;9(1 Suppl. 2):2S64–2S71. <https://doi.org/10.24069/SEP-24-19>

Regression analysis. At the three-route crossroad

S. V. Mylnikov 

Eco-Vector LLC, St. Petersburg, Russian Federation

 s.mylnikoff@eco-vector.com

Abstract. Regression analysis is a rather popular and uncomplicated method of analyzing experimental data. If the results of correlation analysis tell us about the presence of a statistically significant relationship between the studied features, the results of regression analysis represent a graphical description of the nature of this relationship. The article considers the points that authors usually do not pay attention to, but to which the editor should pay attention, and the reviewer simply must do this. Among such points are false predictions, non-Gaussian distribution of residuals, and lack of confidence intervals.

Keywords: regression, extrapolation, residuals, materials and methods, results presentation

For citation: Mylnikov S. V. Regression analysis. At the three-route crossroad. *Science Editor and Publisher.* 2024;9(1 Suppl. 2):2S64–2S71. (In Russ.) <https://doi.org/10.24069/SEP-24-19>

* Статья написана по материалам доклада, представленного на 12-й Международной научно-практической конференции «Научное издание международного уровня – 2024: трансформация и устойчивое развитие», которая прошла 21–24 мая 2024 г. в Балтийском федеральном университете имени Иммануила Канта (г. Калининград) (см.: <https://rassep.ru/academy/biblioteka/118269/> [видео]).

Введение

Регрессией X_1 по X_2 называется следующее соотношение:

$$\frac{\text{cov}(\tilde{x}_1; \tilde{x}_2)}{D\tilde{x}_1} = \beta(\tilde{x}_2; \tilde{x}_1).$$

Если ковариация двух признаков равна нулю, то и регрессия будет равна нулю. Традиционно параметр всей популяции обозначают греческими буквами, а результаты оценки этого параметра по выборке – латинскими.

Поэтому в разделе «Результаты» авторы могут представить только выборочные коэффициенты корреляции и/или регрессии, и так их и следует называть. Редакторы (и авторы) должны всегда помнить, что в рекомендациях ICMJE сказано: «По возможности подвергайте полученные данные количественной оценке и представляйте их с соответствующими показателями ошибок измерения и неопределенности или варьирования измерений (такими, как доверительные интервалы)».

Методология регрессионного анализа строится на методе наименьших квадратов.

Линию регрессии проводят таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от нее была наименьшей. Поскольку сумма квадратов отклонений точек от некоторого значения (исходно – математического ожидания) называется дисперсией, бок о бок с регрессионным анализом идет дисперсионный анализ.

Регрессионный анализ в научных текстах

На рис. 1 представлена зависимость объема абдоминального жира (измеренного методом компьютерной томографии) от обхвата талии (измеренного портновским метром).

Исходные данные взяты из популярного на американских факультетах общественного здоровья учебника по биостатистике [1, с. 416].

Из рис. 1 видно, что отклонение любой экспериментальной точки от выборочного среднего значения Y (3) можно разложить на два компонента: отклонение до линии регрессии (1) и отклонение от линии регрессии (2).

Суммы квадратов таких отклонений представляют собой дисперсии. Обычно их называют общей (3), регрессионной (1) и остаточной (2). Дисперсию 1 иногда называют объясненной и в разделе «Результаты и обсуждение» пишут, что построенная модель объясняет $N\%$ наблюдаемой изменчивости. Или, другими словами, это отклонение от среднего значения Y можно объяснить линейной связью между X и Y .

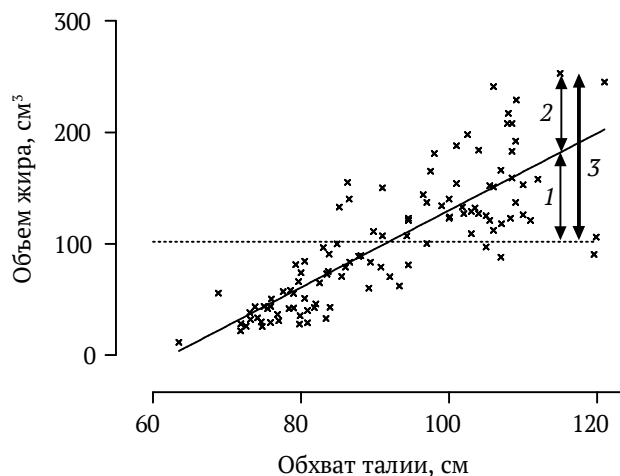


Рис. 1. Зависимость объема абдоминального жира от обхвата талии (линейная модель $n = 109$).

Пунктирная линия – выборочное среднее значение объема жира

Fig. 1. Regression of deep abdominal AT area (cm^3) by waist circumference (cm) (linear model $n = 109$).

Dot line – sample average of AT

При делении численного значения дисперсии 1 на численное значение дисперсии 3 получают величину, называемую коэффициентом детерминации. В подавляющем большинстве случаев на координатном поле приводят его значение (R^2), а также само уравнение регрессии.

В учебнике, из которого взят пример, это выглядит следующим образом:

$$Y = -216 + 3,46x.$$

Такое представление результатов вполне приемлемо. Однако во многих статьях значения коэффициентов регрессии на координатном поле дают с точностью до 8–10 знаков после запятой, что совершенно не имеет смысла. С большим количеством знаков после запятой также приводят и численное значение коэффициента детерминации. Поэтому первый вопрос редактора к авторам поступившей рукописи может звучать так: «А зачем вам столько?»

Исходя из вышеизложенного, я рекомендую представлять результаты регрессионного анализа в виде двух таблиц.

Для разбираемого примера они могут выглядеть следующим образом (табл. 1 и 2).

Можно также уточнить, что:

– уравнение, описывающее связь двух признаков, выглядит как Объем жира = $-216 + 3,5 \cdot (\text{объем талии})$;

Таблица 1. Результаты регрессионного анализа связи объема абдоминального жира и обхвата талии (линейная модель)

Table 1. Results of regression analysis of dependence of deep abdominal AT area by waist circumference (linear model)

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	Значение <i>t</i>	Значение <i>p</i>	Доверительный интервал (95 %)	
A	-216,0	21,8	- 9,9	$8,2 \cdot 10^{-17}$	-259	-173
B	3,5	0,23	14,7	$1,6 \cdot 10^{-27}$	2,99	3,92

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа изменчивости объема абдоминального жира

Table 2. Analysis of variances of deep abdominal tissue variability

Источник изменчивости	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значение <i>P</i>
Регрессия	1	237548,5162	237548,5162	217,7	$1,6 \cdot 10^{-2}$
Остаток	107	116981,986	1093,289589		
Итого	108	354530,5022			

Примечание. *SS* – общая сумма квадратов отклонений; *df* – число степеней свободы; *MS* – дисперсия; *F* – фактическое значение отношения Фишера.

– коэффициент *B* статистически значимо отличается от нуля ($p = 1,6 \cdot 10^{-27}$), а значит, связь действительно существует (статистически значима);
– коэффициент детерминации равен 0,67, а значит, построенная модель объясняет 67 % наблюдаемой изменчивости.

В упомянутом выше учебнике по биостатистике рассмотрению этого примера посвящено 16 страниц. Авторы учебника рассматривают связь между признаками как прямолинейную. Точно так же ее рассматривал лектор на факультете общественного здоровья Университета штата Алабама. И даже мне, сидевшему в аудитории, в тот давно ушедший год не пришла в голову мысль о том, что эта зависимость в принципе не может быть прямолинейной.

Не пришла по следующим причинам:

1) график предсказывает отрицательный объем абдоминального жира при обхвате талии менее 60 см (рис. 2);

2) даже если существование такой осиной талии у *Homo sapiens* маловероятно, график должен выходить из начала координат и предсказывать нулевой объем жира при нулевом обхвате талии.

Рассмотрим другие возможные модели. В табл. 3 представлены несколько простейших регрессионных моделей и их коэффициенты детерминации для рассматриваемых экспериментальных данных. Наивысшим коэффициентом детерминации обладает регрессионное уравнение для S-образной кривой.

Однако некоторые «школьные» соображения говорят, что, скорее всего, эта зависимость является степенной.

График такой зависимости представлен на рис. 3.

Сразу же обращает на себя внимание тот факт, что мы избавились от неверного предсказания отрицательных значений *Y* при положительных значениях *X*. График выходит из начала координат и предсказывает нулевой объем жира при нулевом обхвате талии.

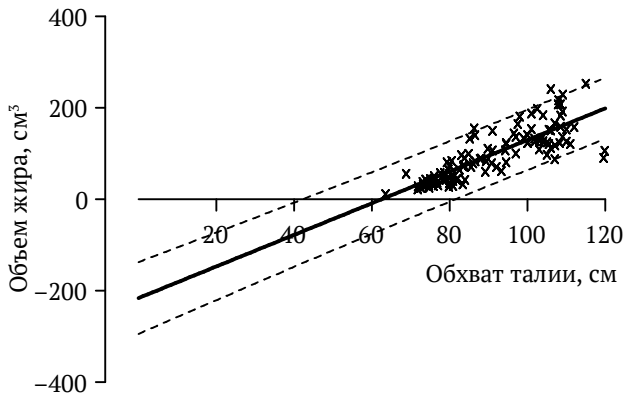


Рис. 2. Предсказательный (95%) интервал (штриховые линии) регрессии объема жира по обхвату талии

Fig. 2. Prediction (95%) interval (dot line) of the regression of deep abdominal AT area (cm²) by waist circumference (cm)

Но самые приятные эмоции ожидают после сведения результатов в таблицу. Точечная оценка показателя степени оказывается равной 2,9 с доверительным интервалом 2,4–3,4. Строго говоря, такого результата следовало ожидать с самого начала. Если единицы измерения по оси X – сантиметры, а по оси Y – кубические сантиметры, то зависимость между ними должна быть кубической. В разделе «Результаты» следует сообщить, что установленная зависимость выглядит, как

Объем жира = 0,0001815 · [обхват талии]³,

а также, что коэффициент регрессии статистически значим.

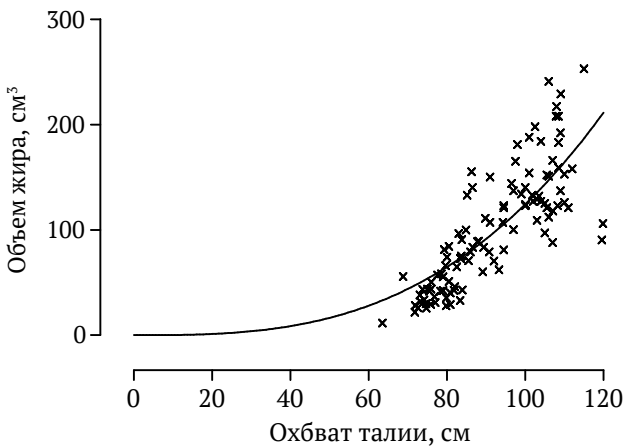


Рис. 3. Зависимость объема абдоминального жира от обхвата талии (степенная модель)
Fig. 3. Regression of deep abdominal AT area by waist circumference (cm). Multiplicative model

Во всяком случае, место для этого уравнения не на координатном поле, как и для коэффициента детерминации. Результаты также можно представить в виде двух таблиц (табл. 4 и 5).
Точечную оценку коэффициента детерминации мы можем рассчитать из таблицы результатов дисперсионного анализа – 0,73. Хотя, на мой взгляд, это излишне, поскольку вид зависимости предельно логичен.
Таким образом, мы ликвидировали нелогичное поведение модели в области значений, меньших экспериментальных.

Таблица 3. Некоторые двухпараметрические модели и их коэффициенты детерминации (R²)
Table 3. Some two-parameters regression models and its determination coefficients (R²)

Модель	Уравнение	R²
S-curve	$Y = \exp\left(A + \frac{B}{x}\right)$	75,5
Multiplicative	$Y = Ax^B$	73,5
Square root-Y	$Y = (A + Bx)^2$	71,0
Exponential	$Y = \exp(A + Bx)$	70,7
Logarithmic-X	$Y = A + B \ln x$	67,5
Square root-X		67,4
Reciprocal-X	$Y = A + \frac{B}{x}$	67,2
Linear	$Y = A + Bx$	67,0
Double reciprocal	$Y = \frac{1}{A + \frac{B}{x}}$	62,1

Таблица 4. Результаты регрессионного анализа связи обхвата талии и объема жира (степенная модель)
Table 4. Results of regression analysis of dependence of deep abdominal AT area by waist circumference (multiplicative model)

Параметр	Оценка	Стандартная ошибка	Значение t	Значение p	Доверительный интервал (95 %)	
A	0,0001815	0,0002073			0	0,0005
B	2,9	0,25	11,8	4,4 · 10 ⁻²¹	2,4	3,4

Таблица 5. Результаты дисперсионного анализа изменчивости объема абдоминального жира (степенная модель)
Table 5. Analysis of variances of deep abdominal tissue variability. Multiplicative model

Параметр	df	SS	MS	F	Значение P
Регрессия	1	33,4327	33,4327	296,52	1,2 · 10 ⁻³²
Остаток	107	12,0641	0,112749		
Итого	108	45,4968			

Экстраполяции в регрессионном анализе

Обратимся теперь к областям значений, которые больше экспериментальных, т.е. к экстраполяции.

В рассматриваемом примере экстраполяция наталкивается на целый ряд барьеров, в том числе:

- этический – трудно получить разрешение этического комитета на экспериментальное увеличение обхвата талии;

- технический – очень трудно найти сведения о человеке с зарегистрированным максимальным обхватом талии;

- финансовый – трудно получить грант на аналогичное исследование на более крупных приматах, например гориллах *Gorilla gorilla diehli*;

- физиологический – можно предположить, что существует обхват талии, несовместимый с жизнью.

В итоге можно лишь заключить, что, скорее всего, при движении вправо по оси X характер зависимости не изменится.

Аппроксимация экспериментальных данных прямолинейной зависимостью – самый распространенный результат, встречающийся в статьях по биомедицине. Видимо, в силу простоты и присутствия модуля «регрессия» в простейших статистических программах авторы выбирают проторенный путь, забывая о существовании других. Нередко он приводит к очевидным авторским проколам. Так, в журнале «Морская медицина» опубликована статья [2], в которой был проведен регрессионный анализ, описывающий взаимосвязь уровня антимюллеровского гормона с возрастом. Статья находится в открытом доступе, и каждый может убедиться в излишнем количестве знаков после запятой, расположенных в координатном поле. Зависимость, по мнению авторов, прямолинейная. Представленный график предсказывает, что к 40 годам содержание антимюллеровского гормона у женщин-военнослужащих должно стать отрицательным. Военная служба, конечно, неблагоприятно влияет на женский организм, но не до такой степени.

Если бы статья содержала дополнительные материалы (необработанные данные), грамотный читатель мог бы построить свой график. А авторы продемонстрировали бы свое знакомство с рекомендациями ICMJE «Описывайте статистические методы настолько детально, чтобы осведомленный читатель, имеющий доступ к исходным данным, мог проверить полученные Вами результаты».

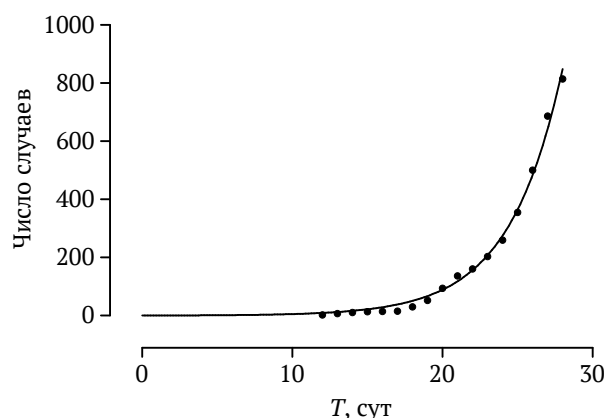


Рис. 4. Возрастание общего числа подтвержденных случаев заболеваний COVID в Швеции в первые 30 дней эпидемии. Данные взяты из открытых источников

Fig. 4. An increase in the total number of confirmed COVID cases in Sweden at first 30 days of epidemic. Raw data from open sources

Вопрос об экстраполяции регрессионных зависимостей методологически актуален для процессов, развивающихся во времени, например эпидемий. На рис. 4 представлен рост заболеваемости COVID в Швеции в первый месяц эпидемии.

Проведенный регрессионный анализ показал, что наибольший коэффициент детерминации в этот период эпидемии был у экспоненциальной модели. Интуитивно понятно, что экстраполировать зависимость вправо нужно с большой осторожностью, поскольку экспоненциальный рост быстро приведет к заболеванию всего населения, чего никогда не наблюдали. Соответственно, этот путь выбирать не следует.

Проведенный нами практически в режиме реального времени анализ показал, что экспоненциальный рост перешел в сигмоидный, который может быть удовлетворительно описан уравнением вида

$$Y = \frac{\text{Bottom} + (\text{Top} - \text{Bottom})}{1 + 10^{((\log EC_{50} - X) \cdot \text{Hillslope})}}.$$

Сигмоидный рост всегда завершается выходом на плато, однако прогнозировать время появления этого плато нужно было с осторожностью. На рис. 5 представлены предсказание числа заболевших при экстраполяции полученных регрессионных зависимостей и динамика, которую наблюдали реально.

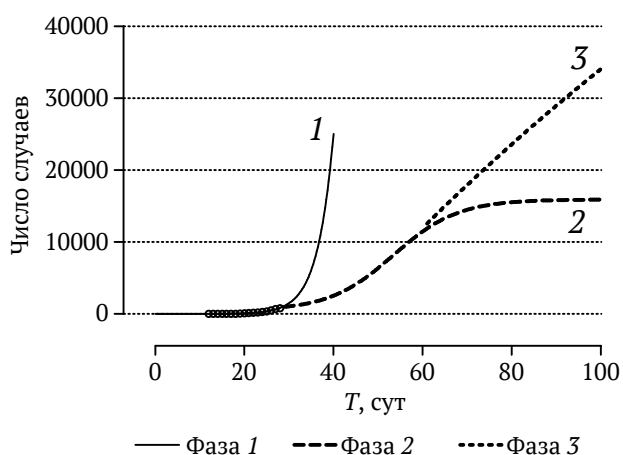


Рис. 5. Рост суммарного числа случаев заболевания COVID в Швеции в первые 100 дней эпидемии (1–3 – фазы эпидемии).

Данные из открытых источников

Fig 5. An increase in the total number of confirmed COVID cases in Sweden at first 100 days of epidemic. Raw data from open sources

Для построения этого графика при выборе регрессионной модели применяли разработанный нами ранее следующий подход [3]. На первом этапе выбирали регрессионную модель с наивысшим коэффициентом детерминации. Затем проверяли выбранную модель на ложные предсказания. Период, в который данная модель адекватна, устанавливали последовательным отсеканием по одной временной точке с правой (или левой) части кривой до тех пор, пока распределение регрессионных остатков не становилось гауссовым (по критерию Шапиро – Уилка), а отклонения от модели – незначимыми ($p > 0,01$). Проверку проводили с помощью Runs test [4]. Значения, выходящие за пределы предсказательного интервала регрессии (outliers), исключали из анализа.

Как видно из рис. 5, экстраполяция экспоненциальной зависимости в первой фазе эпидемии предсказывает, что 3000 заболевших ожидается к 40-му дню. Однако на 25-й день рост перешел в более плавный сигмоидный. Сигмоидная модель предсказывает прекращение роста заболеваемости на 60-й день, чего тоже не произошло – рост заболеваемости замедлился, и эпидемия перешла в фазу 3. Фаза 3 также может быть удовлетворительно описана тем же уравнением, что и фаза 2, но с другими параметрами.

Таким образом, от авторов всегда надо требовать обоснований экстраполяции регрессионной модели. В период всеобщей изоляции и дистан-

ционной работы мы обнаружили, что сигмоидная модель позволяет надежно предсказать день фазового перехода за 5–7 дней до него. К сожалению, мне не удалось найти эпидемиолога, который смог бы интерпретировать такое поведение графиков. Модель не была опубликована. Хотя она делала достаточно точные предсказания в полутора десятках стран.

Сравнение параметров регрессии

Еще один метод, часто применяемый в регрессионном анализе, это сравнение коэффициентов регрессии. На рис. 6 представлен рост общего количества подтвержденных смертей от COVID в Финляндии и Швеции. Экспоненциальная фаза в Финляндии продолжалась два месяца, а в Швеции – полтора. Данные взяты из открытых источников.

Одним из свойств экспоненциального роста является постоянное время удвоения изучаемого показателя. В данном случае точечная оценка этого параметра в Швеции составила три дня (интервальная 2,5–3,3), а в Финляндии – 7 дней (интервальная 6,6–7,6).

Если авторы проверяют свою рабочую гипотезу/модель, которая предсказывает различные скорости развития эпидемии в двух странах, им надо будет проверять гипотезу (нулевую) о том, что разница в скоростях равна нулю. Поскольку время удвоения непосредственно связано с параметром B регрессионного уравнения, сравнивать предстоит именно параметры уравнений (B_1 и B_2). Однако право на такое сравнение дает только гауссово распределение остатков (отклонений экспериментальных точек от линии регрессии).

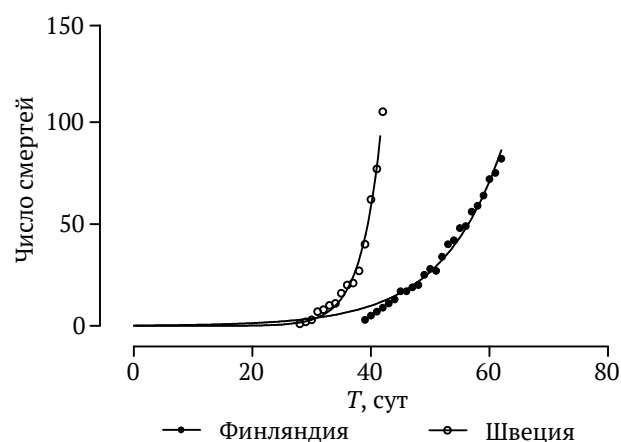


Рис. 6. Рост числа подтвержденных смертей от COVID в Финляндии и Швеции

Fig. 6. An increase in the total number of confirmed COVID deaths. Finland vs Sweden

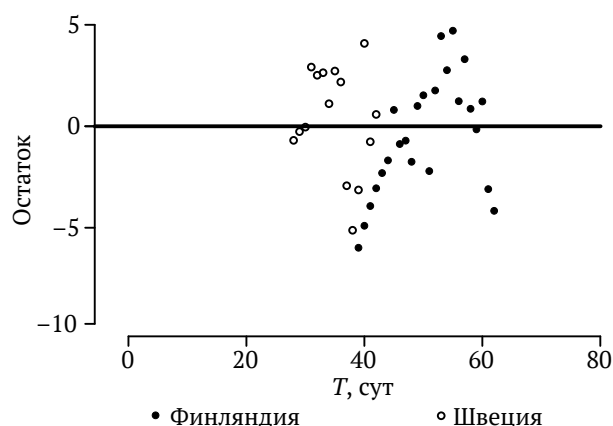


Рис. 7. Остатки регрессии числа смертей по времени
Fig 7. Residual plot of regression death number by time

График остатков представлен на рис. 7. Проверка их распределения по критерию Шапиро–Уилкса дает значения P , равные 0,85 и 0,11. Соответственно, сравнение двух коэффициентов регрессии методами параметрической статистики правомочно.

При проверке нулевой гипотезы значение P получается равным $1,2 \cdot 10^{-21}$, и у нас есть все основания заявлять, что скорость нарастания смертности в Швеции действительно была выше, чем в Финляндии.

Работа редактора с поступившей рукописью

На наш взгляд, включение результатов регрессионного анализа в рукопись оправдано в трех случаях:

- когда из математического вида зависимости можно предположить механизм изучаемого процесса;
- когда авторы желают сделать прогноз развития изучаемого процесса;
- когда нужно провести статистическое сравнение параметров процесса, протекавшего в разных условиях.

Таким образом, общий вопрос редактора к авторам может звучать так: «А зачем вы проводили регрессионный анализ?»

Этот вопрос может плавно перетечь в примерно такую переписку между автором и редактором (рецензентом):

Автор. На рисунках представлены графики регрессии. Коэффициенты детерминации R^2 в них равны 0,85321456 и 0,79531781 соответственно. Оба коэффициента регрессии значимы.

Редактор. Это точечные оценки. Дайте интервальные. Почему ваши графики предсказывают

отрицательные значения там, где их не может быть?

Автор. Таким образом мы показали, что рост числа заболевших экспоненциальный.

Редактор. Вы проверяли другие модели?

Автор. Мы сравнили параметры регрессии и показали, что в Лапутии эпидемия развивалась быстрее, чем в Лилипутии.

Редактор. Вы сравнили их параметры? Вы проверяли распределение остатков? Каким критерием?

В случае, когда диалог оказывается конструктивным, редактор получит рекомендацию рецензента: «Авторы ответили на все вопросы и внесли изменения в рукопись. Рекомендация – публиковать».

Заключение

Джозеф Хенрик в своей монографии «Самые странные в мире» [5] в разделе «Лес за деревьями» описывает результаты исследования группы психологов из Мичиганского университета, возглавляемой Ричардом Нисбеттом, которая обнаружила, что «между жителями Восточной Азии и американцами европейского происхождения имеются существенные различия в том, насколько сильно они полагаются на „аналитическое“ или „холистическое мышление“» [5, с. 64].

К теме настоящей статьи напрямую относится следующий фрагмент:

«Размышляя о тенденциях, аналитически мыслящие люди склонны „видеть“ прямолинейные графики и предполагать, что процессы будут идти, как сейчас, до тех пор, пока что-то не произойдет. В отличие от них, холистически мыслящие люди концентрируют внимание не на частях, а на целом, и в особенности на отношениях этого целого или на том, как эти части соединяются одна с другой. Наконец, являясь узлами более широкой сети сложных отношений, они по умолчанию ожидают, что тенденции во времени окажутся нелинейными или даже циклическими» [5, с. 65].

Не могу не отметить, что на страницах цитируемой монографии приведены десятки рисунков с координатными полями, на которых между точками проведены прямые линии, даже в тех случаях, когда невооруженным взглядом видно, что зависимость Y от X не прямолинейная. По-видимому, можно полагать, что автор цитируемой монографии (как и авторы подавляющего большинства научных статей по физиологии или медицине) обладает ярко выраженным аналитическим мышлением.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии у него конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no conflict of interests. There was no funding for the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Daniel W.W. *Biostatistics A Foundation for Analysis in the Health Sciences* (Wiley Series in Probability and Statistics). 8th ed. John Wiley & Sons; 2004.
2. Тимошкова Ю.Л., Андрианов М.А., Макеев К.А., Курманбаев Т.Е., Макеев А.Т. Структура бесплодия у военнослужащих женского пола: описательное исследование. *Морская медицина*. 2024;10(1):105–111. Режим доступа: <https://seamed.bmoc-spb.ru/jour/article/view/613> (дата обращения: 05.08.2024).
Timoshkova Yu.L., Andrianov M.A., Makeev K.A., Kurmanbaev T.E., Makeev A.T. Structure of infertility in female militaries: descriptive study. *Marine Medicine*. 2024;10(1):105–111. (In Russ.). Available at: <https://seamed.bmoc-spb.ru/jour/article/view/613> (accessed: 05.08.2024).
3. Мыльников С.В. Зависимость дисперсии выживаемости от возраста когорты у *Drosophila melanogaster*. Сообщение 1: Норма реакции выживаемости и ее наследование. *Успехи геронтологии*. 2018;31(3):323–329.
Mylnikov S.V. Regression of survivability variance on the cohort age in *drosophila melanogaster*. I. Survivability: reaction norm and its inheritance. *Advances in Gerontology*. 2018;8(4):277–283. <https://doi.org/10.1134/S2079057018040112>
4. Motulsky H., Christopoulos A. *Fitting model to biological data using linear and nonlinear regression. A practical guide to curve fitting*. San Diego Ca: GraphPad Software Inc.; 2003. 351 p. Available at: <https://cdn.graphpad.com/faq/1757/file/Prism4RegressionBook.pdf> (accessed: 05.08.2024).
5. Хенрик Д. *Самые странные в мире. Как люди запада обрели психологическое своеобразие и чрезвычайно преуспели*. [Пер. с англ.]. М.: Альпина но-фикшн; 2024. 576 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сергей Владимирович Мыльников, кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь ООО «Эко-Вектор», ответственный секретарь журнала «Экологическая генетика», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0001-8611-8218>; e-mail: s.mylnikoff@eco-vector.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sergey V. Mylnikov, Cand. Sci. (Biol.), Associated Professor, Academic Secretary in “Eco-Vector” Publ. House, Executive Secretary in the journal “Ecological Genetics”, St. Petersburg, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-8611-8218>; e-mail: s.mylnikoff@eco-vector.com

Поступила в редакцию / Received 08.07.2024

Поступила после рецензирования / Revised 20.08.2024

Принята к публикации / Accepted 03.09.2024