

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ОТКАЗОВ В МЕДИЦИНЕ

Г. А. Аминева, Р. С. Чувашеев

*Кафедра социальной гигиены и организации здравоохранения (зав.—
проф. М. Х. Вахитов) Казанского ордена Трудового Красного Знамени медицинского
института им. С. В. Курашова*

За последние 5—7 лет интенсивно разрабатывается теория отказов, которая применяется для исследования причин неисправностей сложных технических систем (И. Б. Герцбах, Х. Б. Кордонский, 1966, и др.). В данном сообщении ставится цель показать возможности и пути использования этой теории в медицине. Прежде чем перейти к конкретным примерам, остановимся кратко на некоторых основных понятиях.

1. Воздействующий (повреждающий) фактор. Под последним обычно подразумевается так называемый пуассоновский поток случайных единичных воздействий, распределение временных интервалов между которыми выражается экспоненциальным уравнением:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где f — частота соответствующего интервала,

λ — интенсивность потока повреждающих воздействий, или, иначе, среднее число повреждающих воздействий в единицу времени.

Воздействующий фактор может быть дискретным по своей природе (например, поток нервных импульсов), а также может возникать в моменты, когда величина некоторого флуктуирующего показателя (давление крови, активность гормонов, ферментов и т. п.) начинает превышать физиологически допустимый уровень.

2. Объект воздействия наделяется различными свойствами, определяющими его сложность, например:

а) «пассивный» объект, отвечающий на каждое воздействие;

б) «пороговый» объект, который отвечает не на каждое воздействие, а лишь после определенного числа (порог) повреждающих воздействий.

Это связано с тем, что в таком объекте происходит постепенное накопление повреждений, и как только величина этого повреждения достигает критического значения, объект дает отказ;

в) третий вид объекта обладает не только пороговым свойством, но и свойством «саморемонта». Последнее выражается в том, что величина повреждения в интервале между очередными воздействиями постепенно уменьшается. Не исключаются и всевозможные другие варианты объектов.

3. Реакция объекта, называемая отказом, в клинике может интерпретироваться как пароксизмальный синдром или очередные рецидивы болезни (бронхиальная астма, экстрасистолия, пароксизмальная тахикардия, стенокардия, эпилепсия, хорея, маниакально-депрессивный психоз), родовые схватки, утомление и др.

Теория отказов занимается математическим изучением законов распределения временных интервалов между очередными реакциями объекта на повреждающие воздействия, т. е. вычисляет, какой характер должны иметь гистограммы (полигоны частот) указанных интервалов.

Для первого типа объекта это распределение должно быть экспоненциальным, т. е. должно описываться уравнением (1), в котором уже t надо заменить на T , означающее величину интервалов между кризами болезни. По параметрам уравнения (1) можно определить интенсивность воздействия. Для второго типа должно иметь место так называемое гамма-распределение интервалов между очередными кризами (И. Б. Герцбах, Х. Б. Кордонский, 1966):

$$f(T) = \frac{1}{\Gamma(r)} \lambda^r T^{r-1} e^{-\lambda T}, \quad (2)$$

где r — число повреждений, необходимых для возникновения отказа;

λ — среднее число повреждающих воздействий в единицу времени.

По параметрам уравнения (2) также можно определить интенсивность воздействия и величину порога объекта. Важно подчеркнуть, что если этот порог достаточно велик ($r > 10$), то гамма-распределение переходит в нормальное.

Третий тип наиболее сложный. Вид распределения зависит от закона восстановления объекта и может быть логарифмически нормальным (И. Б. Герцбах, Х. Б. Кордон-

ский, 1966) или для биологических объектов экспоненциально-нормальным (Г. А. Аминеv, 1970):

$$f(T) = \frac{\lambda}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp \left\{ - \frac{\left[\frac{\lambda}{k} (1 - e^{-\kappa T}) - c \right]^2}{2\sigma^2} - \kappa T \right\}, \quad (3)$$

где k — показатель степени самовосстановления. Параметры c и σ связаны с порогом объекта и интенсивностью повреждающих воздействий следующими соотношениями:

$$c = \frac{\lambda}{k} (1 - \bar{u}) \text{ и } \sigma^2 = \frac{\lambda^2}{k^2} (1 - S_u^2),$$

где u и S_u — соответственно среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение величин $e^{-\kappa T}$.

Приведем пример из психоневрологической клиники. Ставилась цель — разработать точный метод оценки нарушения речи у больных параноидной формой шизофрении. На основании ряда психофизиологических данных мы предположили, что каждому слову соответствует в мозгу определенная констелляция нервных клеток (словесный центр), которая по своим свойствам соответствует модели третьего типа. Следовательно, интервалы между очередными появлениями одного и того же слова в речи должны описываться функциональным гамма-распределением (уравнение 3). Проверка на письменноречевом материале полностью подтвердила эту гипотезу и позволила по параметрам уравнения (3) оценить пороги словесных центров.

Установлено, что словесный центр в норме дает реакцию лишь после суммации ряда выходных сигналов (порог больше 10,9 условной единицы), т. е. афферентного синтеза по П. К. Анохину (1968). В то же время у больных словесные центры, образующие лейтмотив бредовой системы, обладают крайне низкими значениями порогов (до 2,1 условной единицы), что является объективным проявлением «сверхдоминантности».

Важно подчеркнуть, что если характеризовать появление слова в речи по среднему арифметическому значению межсловесных интервалов (как это часто принято в медицине), то различие между нормой и патологией не обнаруживается, и только применение теории отказов, как показано выше, дает эффективные результаты.

В данном сообщении мы не могли охватить всевозможные аспекты использования методов теории отказов в медицине. Цель была лишь привлечь внимание медицинских работников к этой интересной, новой области математической науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аминеv Г. А. XI съезд Всесоюзного физиологического общества им. Павлова. Тезисы сообщений. Наука, Л., 1970.— 2. Герцбах И. Б. Модели отказов. М., изд. «Советское радио», 1966.

ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МЕДИЦИНЫ

УДК 616—092 (092 Сперанский)

АКАДЕМИК АЛЕКСЕЙ ДМИТРИЕВИЧ СПЕРАНСКИЙ

Проф. П. Н. Карташов

(Саратов)

Алексей Дмитриевич Сперанский (1888—1961) был замечательным экспериментатором, создателем оригинальной школы патологов, выдающимся представителем неврологии.

В 1911 г. А. Д. Сперанский окончил с отличием медицинский факультет Казанского университета и был оставлен прозектором при кафедре анатомии. Одновременно он работал ординатором хирургической клиники, а затем земским врачом. С 1914 по 1919 г. он — военный хирург, работает в госпиталях и армейских перевязочных отрядах. С 1920 г. Алексей Дмитриевич — профессор оперативной хирургии и топографической анатомии в г. Иркутске. Однако здесь он оставался только до 1922 г.

Оставив кафедру в Иркутске, А. Д. Сперанский переехал в Ленинград. С 1923 г. он — ассистент в лаборатории И. П. Павлова.

Наблюдая «срывы» в поведении подопытных собак при нарушении баланса возбуждения и торможения в результате действия разрушительного раздражения большой