



О П Т И М А Л Ь Н Ы Й    Р Е З У Л Ь Т А Т  
П Р И  
М И Н И М У М Е    Э К С П Е Р И М Е Н Т О В !

Если перед Вами стоит задача найти оптимальный режим, разработать новую технологию или материал с заданными свойствами, ознакомьтесь с содержанием этого сообщения. Не исключено, что мы сможем Вам помочь.

## МНОГОФАКТОРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Многие задачи, связанные с подбором оптимального технологического режима, поисками новых полимерных материалов или сплавов и т.д., сводятся к отысканию зависимости каких-либо величин, характеризующих эффективность технологии или материала от многих переменных факторов. Практическое решение таких задач требует выбора наиболее целесообразной (оптимальной) из числа всевозможных комбинаций значений или вариантов указанных факторов. В большинстве случаев не существует настолько разработанной теории, чтобы задача указанного типа могла бы быть решена чисто расчетным путем. В связи с этим остается только один путь — экспериментальный поиск. Последний тем более трудоемок, чем больше переменных факторов влияет на конечный результат и чем больше имеется возможностей для вариации каждого из этих факторов. Поэтому количество возможных вариантов оказывается часто в тысячи или миллионы раз больше, чем то число опытов, которое может быть предпринято, не выходя за пределы разумных материальных затрат и сроков. Именно это обстоятельство является одним из основных препятствий при осуществлении многих практически важных разработок.

Мы можем оказать Вам существенную реальную помощь при решении подобных задач, так как нами разработан новый эффективный метод решения многофакторных проблем, базируясь на минимальном количестве экспериментальных данных. В связи с этим Тартуский гос. университет принимает заказы от любых учреждений и предприятий на составление соответствующих планов экспериментов и на производство последующих многофункциональных расчетов (на ЭЕМ) для нахождения заданного оптимума или комплекта оптимумов по разным показателям.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕШАЕМЫХ ПРОБЛЕМ.

Наш метод применим в случае производственных (или любых других) процессов, а также любых материалов и изделий из них (полимерные материалы и компаунды на их основе, сплавы и т.д.), удовлетворяющих следующим требованиям:

1. Эффективность (или качество) процесса или материала должна иметь числовую характеристику или комплекс таковых (напр. выход в %, сопротивление к изгибу, температура размягчения, диэлектрическая проницаемость и т.д.).

2. Эффективность (или качество) процесса или материала должна зависеть от многих переменных факторов (температура, давление, время, природа и концентрации вводимых компонентов, конструкция аппаратуры и т.д.), каждый из которых является подконтрольным и воспроизводимым. Эти факторы должны характеризоваться либо числами, либо просто порядковым номером (режим, аппарат или компонент № такой-то). Существование бесконтрольно изменяющихся факторов должно исключаться. Наш метод эффективен, если количество таких факторов не меньше трех.

3. Существует некий класс задач, в случае которых этот метод неприменим или применим только в некотором диапазоне изменения факторов, не перекрывающим всего диапазона их изменения. Принадлежность каждой конкретной задачи к этому классу не всегда может быть предсказана. Составляемый нами план экспериментов включает соответствующие контрольные опыты, результаты которых позволяют судить о применимости нашего метода.

## ОБЪЕМ НЕОБХОДИМОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ.

Факторы, изменяющиеся непрерывным образом, (температура, давление, скорость, время и т.д.), устанавливаются на нескольких значениях, равномерно расположенных по всему

интервалу изменения (для интерполяций). Дискретно меняющиеся факторы характеризуются во всех точках. Обозначив через  $i$  порядковый номер фактора и через  $n_i$  количество дискретных значений (или измеряемых для интерполяции точек) для этого фактора, минимально необходимое количество экспериментов  $n$  дается следующей формулой:

$$n = \sum_{i=1}^N n_i + 5$$

где  $N$  — общее число влияющих факторов.

Общее число комбинаций, охватываемых расчетом, равно:

$$n_0 = n_1 n_2 n_3 \dots n_N$$

Величина  $\mathcal{Z} = n/n_0$  дает практическую эффективность применения нашего метода в каждом данном конкретном случае.

$\mathcal{Z}$  равно количеству значений, которое может быть вычислено из полученных данных, считая на один эксперимент.

Например, если имеется 5 факторов и для каждого из них нужно знать 6 значений, то общее количество комбинаций равно  $n_0 = 6^5 = 7766$ . Необходимое число экспериментов равно  $n = 6 \cdot 5 + 5 = 35$  и эффективность метода равна  $\mathcal{Z} = 222$ . В случае 10 факторов с 10 значениями для каждого  $n_0 = 10^{10}$ ,  $n = 105$  и  $\mathcal{Z} = 10^8$ .

Следовательно, применение нашего метода исключает катастрофическое увеличение числа экспериментов при прогрессивном усложнении задачи.

#### ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ.

Заказчик присылает полное формальное описание процесса, в котором указываются конечные характеристики и все факторы, от которых они зависят, диапазоны изменения последних или количество дискретных значений для каждого. Описание процесса (или материала и методики ее получения) может быть либо указанием ее конкретного физического и физико-химического содержания отдельно по каждому показателю и фактору (что,

разумеется, предпочтительнее), либо, если это не допускается, чисто-формальным и условным (для конечных показателей и факторов). В последнем случае может быть изменен также масштаб экспериментальных данных путем введения произвольных множителей. Желательно приложить к заказу уже имеющиеся экспериментальные данные.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ.

После получения от заказчика вышеотмеченных данных, нами составляется и отсылается заказчику план необходимых экспериментов. Заказчик осуществит эксперименты и, заполнив полученными данными соответствующие таблицы, отправляет их нам. Одновременно должны сообщаться желательные требования (или допуски) отдельно по каждому показателю эффективности процесса или материала, а также относительную важность каждого из этих показателей (последовательность по значимости), либо разные мыслимые варианты таких последовательностей, соответствующие, например, разным вариантам материалов данного типа и т.д. После этого нами дается заключение о применимости метода расчета отдельно по каждому показателю. В случае положительного ответа между Тартуским гос. университетом и заказчиком заключается хоз.-договор на сумму, уточняемую для каждого отдельного случая. Согласно этому договору нами разрабатывается специализированная для данной задачи программа поиска оптимума (или разных его вариантов) и осуществляются соответствующие расчеты на ЭВМ, результаты которых будут переданы заказчику.

В случае полной неприменимости метода вся работа по составлению плана экспериментов и по проверке применимости метода будет произведена нами бесплатно.

Вся официальную корреспонденцию просьба направлять по адресу:

Эст.ССР, г. Тарту, ул. Дякооли 18, Тартуский гос. университет, Вычислительный центр.

Любые неофициальные запросы по существу дела могут  
быть направлены по одному из адресов:

Эст. ССР, г. Тарту, ул. Кнингисепа 16, ТГУ, каф. органи-  
ческой химии, доц. В.А.Пальму

Эст. ССР, г. Тарту, ул. Кнингисепа 16, ТГУ, каф. вычис-  
лительной математики, доц. Д.Я.Каазику

## МАШИННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

При вычислительном центре ТГУ составлена и успешно испытана универсальная программа обработки данных по методу наименьших квадратов, согласно любому из корреляционных уравнений, включая перекрестные члены. По этой программе осуществляется автоматический выбор наиболее вероятной корреляционной схемы путем последовательного отбрасывания статистически несущественных членов, вычисляются все корреляционные параметры и их стандартные ошибки, средне-квадратичное отклонение, множественный корреляционный коэффициент и индивидуальные отклонения от вычисленного по корреляции для каждой экспериментальной точки.

В связи с этим нами будут приниматься заказы на статистическую обработку соответствующих экспериментальных данных для случаев, когда вычисления вручную оказываются слишком трудоемкими. Как правило, эти заказы оформляются в виде хоз-договоров (вычислительный центр ТГУ находится на хозрасчете), однако в исключительных случаях, для работников вузов, испытывающих финансовые затруднения с заключением таких договоров, вычисления будут осуществлены бесплатно.

При присылке запроса на выполнение указанных вычислений просьба дать краткую аннотацию физико-химической сущности коррелируемых данных и указывается, сможет ли заказчик заключить хоз.-договор. В ответ будет послана форма размещения данных в таблицу и, при необходимости, текст хоздоговора.

Корреспонденцию по указанному вопросу направлять по адресу: Эст.ССР, г.Тарту, ул.Кингиссепя 16, кафедра органической химии ТГУ, В.А. Пальму.