Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

Т. А. Кулагина, О. П. Стебелева

ПЛАНИРОВАНИЕ И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Учебное пособие

Красноярск
СФУ
2017

УДК 62.001.573(07)
ББК 22.18я73
К900

Кулагина, Т. А.
К900 Планирование и техника эксперимента : учеб. пособие / Т. А. Кулагина, О. П. Стебелева. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. – 56 с.

Приведены сведения по планированию и организации эксперимента, измеряемым величинам и средствам измерений, погрешностям измерений и способам математической обработки результатов измерений.

Предназначено для магистрантов направления подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», обучающихся по магистерским образовательным программам 20.04.01.01 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», 20.04.01.03 «Чрезвычайные ситуации в техносфере», 13.04.01.01 «Энергетика теплотехнологий» направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», также может быть использовано студентами других специальностей и форм обучения при изучении планирования эксперимента в машиностроении, энергетике, строительстве, транспорте и др.

УДК 62.001.573(07)
ББК 22.18я73

Электронный вариант издания
см.: http://catalog.sfu-kras.ru

© Сибирский федеральный
университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 4
2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА И ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ .. 15
3. СТАТИСТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБОРКИ И ЕГО ОСНОВНЫЕ ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 22
4. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ 26
5. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗЫ 30
6. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА 38
7. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ 41
8. ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ 45
9. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ДИСПЕРСИОННОГО И РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗОВ 50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 55

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Мысль о том, что эксперимент можно планировать, восходит к глубокой древности. Наш далекий предок, убедившийся, что острым камнем можно убить даже мамонта, несомненно выдвигал гипотезы, которые после целенаправленной экспериментальной проверки привели к созданию копья, дротика, а затем и лука со стрелами.

Он, однако, не пользовался статистическими методами, поэтому остается непонятным, как он вообще выжил и обеспечил тем самым наше существование.

Только в начале нашего века люди наконец поняли, что дальше дело так не пойдет, и придумали статистические методы планирования эксперимента. Честь открытия этой идеи принадлежит английскому статистику Рональду Фишеру (конец двадцатых годов), который впервые показал целесообразность одновременного варьирования всеми факторами в противовес широко распространенному однофакторному эксперименту. Понадобилось еще несколько десятилетий, чтобы в начале пятидесятых годов появилось новое направление в планировании эксперимента, связанное с оптимизацией процессов, – планирование экстремального эксперимента. Первая работа в этой области была опубликована в 1951 г. Боксом и Уилсоном в Англии. Идея метода Бокса – Уилсона крайне проста. Экспериментатору предлагается ставить последовательные небольшие серии опытов, в каждой из которых одновременно варьируются по определенным правилам все факторы. Серии организуются таким образом, чтобы после математической обработки предыдущей можно было выбрать условия проведения (т.е. спланировать) следующую серию. Так последовательно, шаг за шагом, достигается область оптимума.

Применение планирования эксперимента делает поведение экспериментатора целенаправленным и организованным, существенно способствует повышению производительности его труда и надежности полученных результатов. Важным достоинством метода является его универсальность, пригодность в огромном большинстве областей исследования, интересующих современного человека. В нашей стране планирование эксперимента развивается с 1960 г. под руководством В. В. Налимова.

Интерес исследователей к планированию эксперимента вполне понятен: перспектива сократить число опытов, найти оптимум, получить количественные оценки влияния факторов и определить ошибки – крайне привлекательна.

Но когда экспериментатор делает попытку познакомиться с планированием эксперимента, он часто сталкивается с серьезными трудностями. Больше того, иногда он просто неверно применяет методы планирования или выбирает не самый оптимальный для данной ситуации путь исследования, или допускает еще какие-нибудь досадные ошибки. При этом снижается эффективность его работы и появляется опасность дискредитации важного и полезного направления.

Большинство научных исследований связано с экспериментом. Он проводится в лабораториях, на производстве, на опытных полях и участках, в клиниках и т.д. Эксперимент может быть физическим, психологическим или модельным. Он может непосредственно проводиться на объекте или на его модели. Модель обычно отличается от объекта масштабом, а иногда природой.

Если модель достаточно точно описывает объект, то эксперимент на объекте может быть заменен экспериментом на модели. В последнее время наряду с физическими моделями все большее распространение получают абстрактные математические модели. Можно получать новые сведения об объекте, экспериментируя на модели, если она достаточно точно описывает объект.

Эксперимент занимает центральное место в науке. Однако возникает вопрос, насколько эффективно он используется. Джон Бернал, например, отмечал, что научные исследования организуются и проводятся настолько хаотично, что их коэффициент полезного действия может быть оценен величиной порядка 2 %. Для того чтобы повысить эффективность исследований, требуется нечто совершенно новое. Одним из возможных путей является применение математических методов, построение математической теории планирования эксперимента.

Планирование эксперимента – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. При этом существенно следующее:

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам – алгоритмам;