

Виталий Скляр

*Организация  
и математическое  
планирование  
эксперимента*

учебное пособие



Виталий Скляр

**Организация и математическое  
планирование эксперимента.  
Учебное пособие**

«Издательские решения»

**Скляр В. А.**

Организация и математическое планирование эксперимента.  
Учебное пособие / В. А. Скляр — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-44-852284-0

В учебном пособии кратко представлены основные теоретические данные, которые позволят правильно спланировать эксперимент, провести его и обработать полученные результаты. В каждом разделе присутствуют подробные примеры использования алгоритмов обработки экспериментальных данных. Учебное пособие снабжено заданиями на самостоятельную проработку, вопросами для самоконтроля и всеми необходимыми справочными материалами.

ISBN 978-5-44-852284-0

© Скляр В. А.  
© Издательские решения

# Содержание

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                 | 6  |
| 1. Основы экспериментальных исследований | 7  |
| §1. Понятие эксперимента                 | 7  |
| §2. Факторы, отклики и требования к ним  | 8  |
| §3. Виды экспериментальных исследований  | 9  |
| Конец ознакомительного фрагмента.        | 10 |

# **Организация и математическое планирование эксперимента Учебное пособие**

**Виталий Александрович Склад**

*Иллюстратор* Виталий Александрович Склад

© Виталий Александрович Склад, 2017

© Виталий Александрович Склад, иллюстрации, 2017

ISBN 978-5-4485-2284-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

## **ВВЕДЕНИЕ**

Большинство сложных научных задач проблемно решить без проведения физического или вычислительного эксперимента. Правильное, научно обоснованное, планирование эксперимента обеспечивает высокую точность, достоверность и адекватность результатов, а также может существенно сэкономить время на решение задачи. Поэтому будущий инженер-исследователь должен иметь достаточные представления о методах планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных.

В данной книге максимально сжатым образом представлены основные теоретические данные, которые позволят правильно спланировать эксперимент, провести его и обработать полученные результаты. Опущены сложные выкладки с редко применяемой на практике теорией, при желании их можно найти в специализированной литературе.

В каждом разделе присутствуют подробные примеры использования алгоритмов обработки экспериментальных данных.

Учебное пособие снабжено заданиями на самостоятельную проработку, вопросами для самоконтроля и необходимыми справочными материалами.

# 1. Основы экспериментальных исследований

## §1. Понятие эксперимента

Эксперимент наряду с наблюдением, измерением и описанием относится к эмпирическим методам познания, что подразумевает практическое изучение реально существующих и доступных объектов исследования или их моделей. Большинство практических научных исследований реализуется в виде эксперимента. Именно разработка теоретических основ экспериментальных исследований дала тот толчок развитию науки и техники, результат которого мы и наблюдаем сейчас.

*Эксперимент* – это последовательность действий, направленных на получение информации об объекте исследования путем контролируемых воздействий на него в воспроизводимых условиях.

*Объектом исследования* (ОИ) обычно выступает технологический процесс, о котором требуется получить необходимую информацию. Наиболее часто это экспериментальная информация о реакции объекта исследования на изменение внешнего воздействия. В этом случае эксперимент проводится для улучшения (или оптимизации) показателей работы технологического агрегата с целью повышения производительности и/или качества производимой продукции, уменьшения себестоимости и т. д.

*Предмет исследования* является определенной частью объекта исследования, это могут быть его отдельные свойства, особенности и т. д.

Воздействия на объект производится в виде опытов.

*Опыт* – это воспроизведение исследуемого процесса в лабораторных или промышленных условиях с регистрацией его результатов.

Последовательность действий при проведении эксперимента включает в себя следующие шаги:

– выбор объекта исследования, установление целей, определение факторов, влияющих на объект, а также откликов, которые будут контролироваться, составление плана проведения эксперимента;

– проведение всех предусмотренных планом опытов и регистрация результатов;

– выбор необходимой методики обработки экспериментальных данных, и их анализ с получением всей необходимой информации;

– подготовка и реализация нового экспериментального исследования, если это необходимо.

## §2. Факторы, отклики и требования к ним

В ходе любого эксперимента стоит задача установить наличие и вид статистической связи между факторами и откликом.

*Фактором* называют входную величину, которая воздействует на ОИ, т.е. управляет его поведением и вызывает определенную реакцию на ее изменение. Фактор принимает в некоторый момент определенное значение, которое называют его *уровнем*.

Обычно фактор обозначают латинской буквой  $X$ , если их несколько то к букве добавляют номер фактора  $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ .

К факторам предъявляют следующие требования:

– факторы должны быть управляемыми, т.е. исследователь в любой момент должен иметь возможность установить необходимый уровень фактора из плана эксперимента.

– факторы должны быть независимы друг от друга, т.е. уровень одного фактора не должен быть зависим от того на каком уровне находится другой фактор. Например, при исследовании процессов деформации брать в виде факторов одновременно температуру и сопротивление деформации, поскольку последнее зависит от первой. Поэтому необходимо использовать только один из них. Если это будет температура, то вторым фактором можно добавить, например, еще и скорость деформации.

– факторы должны быть совместимыми, т.е. комбинации их уровней возможно реализовать на практике (позволяет оборудование и технологический процесс) и они должны быть безопасными (сочетания факторов не должны приводить например к аварии, взрыву).

Факторы делятся на такие группы:

– контролируемые и управляемые – это факторы, уровень которых можно и измерить, и установить в любой момент времени на нужное значение (напряжение, расход газа и т.д.).

– контролируемые, но неуправляемые факторы – это факторы, величину которых можно измерить, но установить конкретный уровень невозможно (температура окружающей среды, влажность);

– неконтролируемые и неуправляемые – это факторы, уровни которых невозможно измерить или даже предугадать наличие самих факторов (износ механизмов, усталость металла, стресс у оператора механизма).

*Отклик* (еще можно встретить термины: параметр, реакция) – выходная величина на значение которой влияют факторы. Отклик обозначают латинской буквой  $Y$ .

*Функция отклика* – это уравнение, которое характеризует математическую связь между откликом и факторами

Таким образом в результате обработки экспериментальных данных на выходе необходимо получить подобную функцию отклика:  $y=f(x_1, x_2, \dots x_n)$

### §3. Виды экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования можно разделить на виды по нескольким признакам (рисунок 1.1).

По характеру получаемых результатов различают качественный и количественный эксперимент.

В результате *качественного эксперимента* устанавливается только сам факт наличия и направление влияния факторов на отклик, но количественные результаты исследования не приводятся и математическую модель не получают. Например, можно просто установить, что повышение скорости разливки на машине непрерывного литья заготовок приводит к появлению дефекта «ромбичность», но не оценивать степень этого влияния.



Рисунок 1.1 – Виды экспериментов

*Количественный эксперимент* подразумевает получение математической модели связи между факторами и откликом или хотя бы количественную ее характеристику. Например, можно установить математическую зависимость между количеством металлолома в завалке дуговой электросталеплавильной печи и удельным расходом электроэнергии на плавку.

По степени контроля за процессом эксперимент делится на активный и пассивный.

Если исследователь выполняет только роль наблюдателя, то эксперимент называется *пассивным*. Так как отсутствует возможность (или необходимость) в управлении уровнями факторов, и выполняется только измерение их величины. Также о пассивном эксперименте можно говорить, если выполняется статистическая обработка уже имеющихся данных за какой-либо период.

*Активный эксперимент* производится путем прямого вмешательства исследователя в изучаемый процесс, т.е. управление уровнями факторов, которое должно выполняться по разработанному плану эксперимента.

По условиям проведения различают промышленный, лабораторный, натурный, полевой эксперименты и т. д.

По характеру взаимодействия с объектом исследования различают материальный, вычислительный и мыслительный эксперименты.

*Материальный эксперимент* предусматривает работу исследователя непосредственно с натурным объектом исследования или с его физической или аналоговой моделью.

*Вычислительный эксперимент* предполагает работу не с самим объектом исследования, а с его математической (чаще всего компьютерной) моделью. В настоящее время для вычислительных экспериментов в технике наиболее часто используется метод конечных элементов.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.