

СОВРЕМЕННАЯ  
ЛАБОРАТОРНАЯ  
ПРАКТИКА

№ 3 (3), 2008

**Учредитель и издатель**

ООО «ПРОФИЛЬ - 2С»  
129226, Москва,  
ул. Сельскохозяйственная,  
д. 17, корп. 4, оф. 228  
Тел./факс (499) 187-40-22,  
e-mail: profill@profill.ru  
http://www.profill.ru

Шеф-редактор *Е. В. Савельев*  
Технический редактор *С. В. Савельев*  
Компьютерная верстка *М. С. Матвеева*

**Адрес редакции**

129226, Москва,  
ул. Сельскохозяйственная,  
д. 17, корп. 4, оф. 228  
Тел./факс (495) 187-40-22,  
e-mail: profill@profill.ru  
http://www.profill.ru

Свидетельство о регистрации СМИ

ПИ № ФС77 – 32247

Подписной индекс **88209** в объединенном каталоге  
«Пресса России», интернет-каталоге Агентства  
по распространению зарубежных изданий.

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается  
только с разрешения редакции. При использовании материа-  
лов ссылка на журнал обязательна. Присланные материалы не  
рецензируются и не возвращаются. Точка зрения авторов может  
не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответствен-  
ности за достоверность рекламной информации

Подписано в печать 30.09.2008.

Формат 60x90/18

Тираж 1000 экз.

Цена договорная

сентябрь 2008 № 3 (3)

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Тематические материалы**

- Ю. П. Адлер**  
Планирование экспериментов – путь лабораторных исследований ..... 2
- И. Г. Назарова**  
Как документировать систему менеджмента? ..... 9
- Н. К. Куцева, А. В. Карташова**  
Опыт внедрения и применения контроля стабильности результатов анализа по ГОСТ Р ИСО 5725-2002 ..... 20
- С. Н. Гусарова**  
Задачи испытательных лабораторий в обеспечении экологического мониторинга ..... 27
- С. В. Фролов, О. В. Вернидуб**  
Оценка неопределенности результатов при механических испытаниях металлопродукции ..... 34
- И. В. Куцевич**  
Специализированное программное обеспечение для автоматизации процедур внутрилабораторного контроля качества результатов количественного химического анализа ..... 37
- Н. А. Пустовалов**  
Электронный Лабораторный Журнал, цели и особенности использования ..... 48
- Наши консультации**
- Л. С. Вареха**  
Что такое аттестация лаборатории? ..... 54

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

## ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ – ПУТЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю. П. АДЛЕР

**В** лабораторных исследованиях сложилась парадоксальная ситуация. Много лет все мы знаем, что существует планирование экспериментов, что оно имеет массу преимуществ перед интуитивными подходами, что речь идет о больших деньгах и о значительной экономии времени. И что же? Все остается по-прежнему. Возникает вопрос: почему? Мне представляется, что есть два фундаментальных момента, мешающих систематическому переходу к планированию лабораторных исследований.

Первый из них – представление о том, что планирование эксперимента связывает исследователя по рукам и ногам, лишает его того творческого момента, ради которого, собственно, мы и участвуем в этом процессе. Без творчества всякие исследования превращаются в скучную рутину, не представляющую никакого интереса.

Второй момент не столь фундаментален, но тоже важен. Это проблема изучения совершенно новой области знаний, никак не связанной с нашими профессиональными интересами. На это жалко время – оно всегда в дефиците, да и просто лень.

Попробуем возразить. Во-первых, планирование эксперимента несколько не связывает наши творческие порывы. Напротив, оно переводит исследование на гораздо более высокий уровень и сулит значительно более важные и лучше обоснованные результаты. Правда, верно, что придется научиться интерпретировать результаты на другом языке, к которому, как к любому языку, надо еще привыкнуть. Зато мы получаем сразу

массу преимуществ. Прежде всего, наши результаты получаются сразу с оценкой неопределенности, связанной с их получением. Это избавляет от многих иллюзий и позволяет говорить о качестве результатов. Кроме того, результаты в нашем случае легко поддаются визуализации, а наглядное представление обычно существенно облегчает обмен мнениями и выдвижение новых гипотез. Причем, для проверки этих гипотез снова можно применить планирование эксперимента. Это создает систематическую методологию исследования. Одновременно ускоряется весь процесс получения результатов и общее время, потребное для исследования, поддается более точному оцениванию. Более того, во многих случаях возникает уверенность в том, что в рамках заданной постановки задачи и при существующих ограничениях результат вряд ли можно улучшить. Тогда мы говорим об оптимальном решении.

Об экономии времени и денег мы уже говорили. Деньги, затраченные на исследование, играют важную роль в дальнейшей коммерциализации полученных результатов. Ведь, в конечном счете, результаты исследований нужны для того, чтобы с их помощью научиться зарабатывать деньги. Чем дешевле результаты, тем выше конкурентные преимущества. Точно то же самое можно сказать и о затратах времени. Как говорил классик: «Время, которое мы имеем, это деньги, которых мы не имеем».

Второй момент тоже, на наш взгляд, поддается преодолению. Конечно, было бы важно возобновить обучение специалистов методам планиро-

вания эксперимента. Совсем без знаний не обойтись. Но вовсе нет нужды становиться глубоким знатоком этой обширной области человеческих знаний. Вместо этого можно либо найти консультанта, либо, что гораздо лучше, создать команду из специалистов всех направлений, используемых в данном исследовании, в том числе и в области планирования эксперимента. Команда – вот ключ к решению комплексных проблем, нередко возникающих в лабораторных исследованиях.

Задачи планирования эксперимента весьма разнообразны. Но, что бы мы ни делали, планирование эксперимента всегда отвечает на три вопроса:

1. Сколько опытов надо поставить?
2. В каких условиях?
3. В каком порядке?

При этом предполагается, что задача поставлена и точность, с которой требуется получить ответ, определена.

О каких постановках задач может идти речь? Делались многочисленные попытки классифицировать задачи планирования эксперимента, но мы не знаем никакого «окончательного» решения. Поэтому приходится ограничиваться перечислением наиболее часто встречающихся ситуаций, не претендуя на исчерпывающую полноту. Вот один из возможных перечней постановок задач с краткими пояснениями.

1. **Задача оценивания констант.** Примеров – сколько угодно: скорость звука, скорость света, постоянная Планка, температура плавления, температура кипения и так далее.

2. **Задача аппроксимации.** В общем виде задана некоторая математическая модель. Надо оценить ее параметры, чтобы этой моделью можно было пользоваться на практике. Примеры – градуировка термомпары, градуировка измерительной системы. Частными случаями задачи аппроксимации служат задачи экстраполяции (прогноза), когда нас интересует результат, лежащий вне области экспериментирования. Пример – масштабирование лабораторного аппарата для построения промышленного образца.

3. **Задача оптимизации.** Задан набор переменных, влияющих, как мы считаем, на интересующий нас процесс. Надо найти такие конкретные значения этих переменных, которые доставляют оптимум (наибольшее или наименьшее значение) некоторому критерию оптимальности (показателю качества).

4. **Задача адаптации.** Временная последовательность задач оптимизации при изменяющихся внешних условиях. Например, при изменении свойств сырья.

5. **Задача отсеивания.** Выбор из множества возможностей одной или нескольких, наиболее полно соответствующих заданному набору критериев. Примеры – выбор катализатора, растворителя, добавки. Поиск лекарств, сплавов, строительных материалов и тому подобное, с заданными свойствами.

6. **Задача дискриминации.** Отсеивание не на множестве объектов, а на множестве моделей. Задан набор альтернативных математических моделей. Надо найти ту, или те из них, что наилучшим образом согласуются с результатами эксперимента. Сюда же можно отнести и задачи межлабораторных сравнений.

7. **Задачи с ограничениями.** Пример – исследование диаграмм состав–свойство или диаграмм состояния.

8. **Динамические задачи.** Это задачи, в которых переменная «время» играет особую роль. Примеры – задача слежения за движущимся объектом, или изучение химической реакции в меняющейся во времени среде.

Успех планирования эксперимента существенно зависит от тех знаний, какими мы располагаем перед началом исследования. Такие знания принято называть априорными. Чем больше мы знаем перед экспериментом, тем быстрее, дешевле и лучше мы сможем получить результаты. Для определения уровня априорной информации часто используются модели ящиков разной степени черноты. Когда мы знаем все, что нам требуется, понятно, никакой эксперимент не нужен. Это модель «белого ящика».