



Часть 1. Методика выполнения экспериментальных заданий.

*Методист - рассказывает как бы он выполнил задание, если бы умел.
(Экспериментальный факт)*

Каждое экспериментальное задание имеет свои собственные специфические особенности, которые могут потребовать особых подходов в решении. Однако даже в такой ситуации знание общих методов проведения экспериментальных исследований не сможет навредить - легче отступить на шаг в сторону от известного пути, чем каждый раз искать принципиально новый путь. Поэтому рассмотрим основные традиционные этапы выполнения экспериментального задания.



1.1 Ознакомление с условием задания и предлагаемым оборудованием.

*В начале было слово
(Евангелие от Иоанна)*

В настоящее время длина условия постоянно растет¹. По ходу внимательного изучения условия задачи необходимо четко уяснить смысл предлагаемого задания, понять его основные этапы, увидеть взаимосвязи между различными его частями. Обязательно следует сразу ознакомиться с перечнем предлагаемого оборудования, убедиться в его наличии, вспомнить название и назначение каждого прибора. Если же в приведенном перечне что-то непонятно, то следует уточнить у организаторов - может трудно догадаться, что «мобильный элемент циркулярной формы» это просто какое-нибудь колечко.

В результате изучения условия следует предельно конкретно сформулировать цели, которые должны быть достигнуты в ходе выполнения каждого пункта задания. Эта проблема отпадает, если задание требует определение численного значения какой-либо физической величины. В том же случае, когда задача заключается в изучении какого-либо закона, либо в экспериментальной проверке формулы, требуется конкретизация - какие именно зависимости следует получить. Заметим, что часто эти зависимости могут быть указаны в подпунктах заданий, поэтому не следует сразу бросаться за выполнение одного из пунктов, не дочитав всего условия до конца.

¹ Отметим, что условия экспериментальных заданий Международной физической олимпиады излагаются не менее чем на 10 страницах.



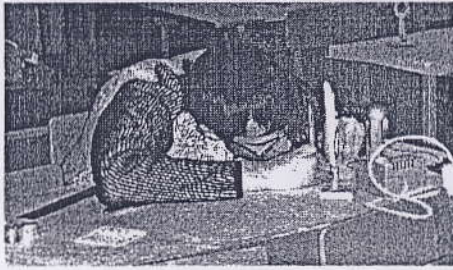
1.2 Построение математической модели изучаемого явления (теоретическое описание).

*Скупа теория...
(В.Гете)*

Экспериментальное задание, как правило, не требует решения сложных теоретических задач. Однако вид исследуемых зависимостей желательно знать заранее. Следует подумать о возможном упрощении полученных функций, о возможности их линеаризации. Заметим, что графическое представление полученных результатов является почти обязательным, а обработка линейных зависимостей значительно проще всех остальных. В ходе теоретического анализа необходимо выяснить, численные значения каких физических параметров необходимо знать (или измерять) обязательно, а без каких можно обойтись.

Заметим, что даже если необходимо измерить одну физическую величину, то проведение совокупных измерений (то есть исследование функциональной зависимости) предпочтительнее перед одним измерением. Такие измерения позволяют проверить правильность теоретических построений и существенно уменьшают погрешность полученного результата. Конечно, план в ходе работы может быть скорректирован, но, по словам шахматистов «лучше играть по плохому плану, чем совсем без плана».

Здесь нелишне запомнить одну из заповедей экспериментатора: *чем меньше величин надо измерять, тем лучше схема эксперимента*. Уменьшение числа измеряемых параметров упрощает эксперимент, сокращает время его проведения, как правило, повышает точность и достоверность полученных результатов. Результатом теоретического анализа должен быть план проведения измерений - какие физические величины и зависимости должны быть измерены, с какой точностью, каким методом полученные результаты будут обрабатываться. Не вредно также представить себе примерные численные значения ожидаемых результатов, например, не стоит надеяться, что ускорение свободного ^{падения} ~~значения~~ существенно превысит $20 \frac{м}{с^2}$.



1.3 Разработка схемы экспериментальной установки, ее реализация, проведение предварительных измерений.

*В настоящее время стоимость научных исследований значительно возросла.
(Из отчетного доклада XXIII съезду КПСС)*

Не вредно подготовить предварительный эскиз экспериментальной установки; на которой следует измерять те величины, которые фигурируют в ранее разработанном плане. Особенно необходим такой эскиз при сборке электрических цепей, даже самых простых. Найти ошибку в подключенных и перепутавшихся проводах значительно сложнее, если под рукой нет принципиальной электрической схемы. Не повредит также и схема хода лучей в оптической установке. После этого, можно отложить в сторону ручку, бумагу и, засучив рукава, взяться за приборы. При непосредственной сборке экспериментальной установки следует стремиться к ее надежности, устойчивости, удобству работы. Желательно также найти место возле установки для экспериментатора и его рабочей тетради.

Проведение предварительных измерений является обязательным условием успешного выполнения задания - эта недолгая процедура позволяет проверить работоспособность установки, выявить наличие ожидаемых эффектов, оценить диапазоны изменения варьируемых параметров, оценить достижимость требуемой точности, и ... вернуться к предыдущему пункту - разработке иного теоретического описания.

Не следует, конечно, надеяться, что собранная установка сразу будет удовлетворять всем требованиям - очень часто ее необходимо модернизировать, изменять порядок проведения измерений, или делать вывод о ее непригодности. В таком печальном случае, необходимо менять идею и план проведения эксперимента, лучше сделать это на предварительном этапе, чем после длинной серии кропотливо проведенных экспериментов.



1.4 Проведение измерений.

*Чем дальше эксперимент от теории,
тем ближе он к Нобелевской премии.
(Теоретическая гипотеза)*

После того, как вы убедились в возможности реализации намеченного плана, можно приступать к проведению измерений. Поверьте, что заранее подготовленная таблица для записи полученных результатов существенно экономит время, как при проведении эксперимента, так и на этапе обработки его результатов. Поэтому, не пожалейте минутки времени на ее подготовку - «сэкономленная минута может стать последней».

При исследовании зависимостей необходимо варьировать в максимально возможных пределах задаваемые параметры - стремиться расширить диапазон их изменения. По меньшей мере, расширение диапазона повышает точность окончательного результата, не говоря уже о том, что больший диапазон внушает больше доверия к обоснованности теоретических построений.

Если теоретическая модель предсказывает линейную зависимость, то это не значит, что экспериментально достаточно снять показания для двух точек (даже на предельных значениях параметров)! Во-первых, где гарантия, что эти точки не окажутся в чем-то особенными? Во-вторых, ваша теоретическая модель может не подтверждаться экспериментально, и зависимость на самом деле не линейна. В-третьих, увеличение числа точек увеличивает точность измерений. Для получения достоверной линейной зависимости необходимо около 10 экспериментальных точек.

Снимая показания приборов, записывайте результаты с той максимальной точностью, которую обеспечивает ваша установка - отбросить лишние цифры вы всегда успеете. Конечно, если вы заранее, в ходе предварительных измерений оценили точность окончательного результата, то показания приборов сразу можно округлять, не забывая все же оставить одну запасную цифру.

Очень полезно в ходе измерений постоянно мысленно анализировать получаемые данные. Может быть, ваши данные вынудят вас остановиться, и, не теряя напрасно времени, пересмотреть свой план эксперимента. Однако к этому совету относитесь с осторожностью - вполне возможно, что надежно полученные результаты натолкнут вас на новые оригинальные идеи, как в теоретическом описании, так и в продолжение эксперимента.