1.5 Что является доказательством?

Исследования предназначены для создания новых знаний. Эти новые знания необходимо надлежащим образом обосновать, сначала исследовательской группой, а затем через процесс рецензирования мировым сообществом ученых, являющихся экспертами в данной области. Поэтому начинающие исследователи должны убедить себя, что их результаты и выводы действительны и подкреплены вескими доказательствами. Обычно это делается с использованием одного или нескольких из следующих методов:

* Экспериментальные измерения (особенно с использованием стандартных тестов);
* Теоретическое развитие;
* Логика и математика;
* Численное моделирование;
* Статистический анализ;
* Сравнение с ранее опубликованными результатами исследований;
* Использование методов многопараметрической оптимизации для достижения наилучшего результата в проектировании.

В идеале исследовательская группа должна использовать многие, если не все, эти методы для подтверждения своих результатов. Это дает независимым рецензентам работы наилучшие доказательства того, что новые знания подтверждены, а выводы правильны.

Тем не менее, часто могут возникать проблемы с использованием этого подхода, например:

* Нет стандартных экспериментальных методов, применимых к конкретному исследованию;
* Повторные экспериментальные измерения невозможны, поэтому сложно получить статистическую поддержку;
* Теоретические рамки слишком упрощены для описания результатов;
* Нет предыдущих работ, которые близко напоминают это исследование;
* Многопараметрическая оптимизация невозможна, так как вычислительные модели неэффективны.

Эти трудности могут привести к вероятности отказа или оценке риска проекта. Обычно это выражается в виде вероятности. Публикация результатов исследования требует предоставления некоторых подтверждающих доказательств. Невыполнение этого требования приведет к отказу в принятии результатов исследования. Поэтому очень важно, чтобы исследовательская группа спроектировала проект таким образом, чтобы по его завершению было доступно достаточное количество подтверждающих доказательств, либо из самой работы, либо из других опубликованных работ.

**ПРИМЕР 1.12. Вопросы вероятности**

Стекло в окне высотного здания падает на улицу внизу. Структурного инженера просят рассчитать вероятность того, что это событие повторится. Как инженер может подтвердить свои результаты, если зарегистрировано только одно событие? Система управления полетом в самолете оценивается как надежная на 99%. Полетите ли вы на этом самолете? Гражданский инженер утверждает, что дамба способна выдержать погодное явление, которое происходит раз в 100 лет. Будете ли вы жить под дамбой? Во всех случаях требуется доказательство для обеспечения безопасности населения.

В математике концепция верхних и нижних пределов может применяться для получения информации о решении кажущихся неразрешимыми задач. Например, если функция неинтегрируема (т.е. не может быть интегрирована аналитическим способом), можно выбрать две интегрируемые функции, одна из которых всегда больше функции, а другая всегда меньше функции. Завершив два более простых интеграла, можно вывести диапазон, в котором находится неизвестная функция.

Таким же образом, простые модели, которые предоставляют верхние и нижние границы для более сложной проблемы, могут быть решены теоретически и/или вычислительно, чтобы определить вероятный диапазон результатов более сложной модели. Этот метод может обеспечить дополнительную поддержку результатов исследования, даже если полная модель не была решена.