

ЗАЧЕМ НУЖНА ТАКАЯ ТОЧНОСТЬ?

М. И. КИСЕЛЕВ

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва,
Россия, e-mail: kozyr.ru@mail.ru*

Рассмотрена необходимость сокращения разрыва между уровнями точности измерений в машиностроении и фундаментальных научных исследованиях.

Ключевые слова: *эффекты теории относительности, прогноз, биохимический процесс, жизненный цикл, экология.*

The necessity of reducing the gap between levels of measurement accuracy in engineering and basic science research is considered.

Key words: *theory of relativity effects, forecast, biochemical process, life cycle, ecology.*

Вопрос, вынесенный в заголовок статьи, возникает постоянно при рассмотрении результатов измерений, выполненных с относительными погрешностями порядка $10^{-3} - 10^{-4} \%$ в производственных условиях непосредственно на функционирующих машинах и механизмах. Действительно, какой смысл наращивать точность измерений в машиностроении, если сами параметры конструкционных материалов известны с точностью до двух-трех значащих цифр. К тому же удержание при приблизительных вычислениях «лишних» десятичных знаков, попадающих в область неопределенности, расценивается математиками как грубая ошибка.

Иначе обстоит дело в фундаментальных научных исследованиях. Так, выполненная в нашей стране в 1960 – 1980 гг. под руководством академика В. А. Котельникова инструментальная проверка эффектов общей теории относительности А. Эйнштейна на примере движения внутренних планет Солнечной системы – Меркурия, Венеры, Марса – показала совпадение результатов радиолокационных измерений расстояний до них с учетом их ньютоновского взаимодействия и релятивистских эффектов в пределах относительной погрешности порядка $10^{-6} \%$. А при попытках детектирования гравитационных волн с применением интерферометра Майкельсона и резонатора

Фабри–Перо удалось снизить относительные погрешности измерения смещения пробного тела до уровня $2 \cdot 10^{-15} \%$ на мерной базе до 30 м. Относительные погрешности определения путем лазерной локации расстояний Земля–Луна и Земля–спутник составили $2,5 \cdot 10^{-8}$ и $10^{-7} - 10^{-8} \%$, соответственно. Это ознаменовало начало возникновения и развития нового технического этапа небесной механики, или раздела практической космонавтики. Для него характерен принципиально новый диапазон дециметровых–сантиметровых погрешностей измерений линейных параметров орбит.

Характерно, что значения большинства фундаментальных физических постоянных, составляющих основу современной эталонной базы, представляют не менее, чем девятью значащими цифрами. Например, скорость света в вакууме определяют 9 значащих цифр (точно), частоту сверхтонкого перехода в цезии (^{133}Cs) – 10 (точно), в рубидии (^{87}Rb) – 14 [1, 2].

Метрологическое обеспечение рутинных научных исследований и массового промышленного производства потребовало развития и применения вероятностных подходов. Эти подходы в производственной практике превратились в систему жестких канонизированных правил, гарантирующих достоверность результатов прикладных экспериментальных исследований и качество промышленной продукции. Согласно этим правилам принято исключать из рассмотрения, т.е. отбрасывать результаты измерений, отличающиеся от их среднего арифметического более, чем на 3σ , где σ – среднее квадратическое отклонение. Тем более подлежат исключению и отдельные результаты, значительно отличающиеся от уровня усредненных значений (промахи).

По-видимому, первыми, кто выразил опасения возможности потери уникальной информации при столь жестком регламенте обработки результатов измерений в духе стохастического детерминизма, были экспериментаторы в области медико-биологических исследований [3]. Действительно, именно для живых организмов и биологических процессов характерно проявлять ярко выраженные индивидуальные особенности, что требует их учета и интерпретации. Пример рекордно высокого совершенства защитных механизмов жизнеобеспечения дает сама живая природа на ее исходном молекулярном уровне. Так, частота ошибок при ДНК-репликациях у бактерий не превышает $10^{-9} - 10^{-10}$ встающих в строй структурных элементов ДНК-нуклеотидов. Это

объясняется не только комплементарностью (своего рода совместимостью или сродством) нуклеотидов, но и действием других структурных элементов ДНК-полимераз, способных распознать ошибку при реализации генетического кода и исправить ее. Тем самым, столь высокий уровень стабилизации процесса репликации, при котором копируется вся молекула ДНК, гарантирует сохранение биологического вида. Известно также, что параметры биохимических процессов на клеточном уровне в нормально функционирующем организме характеризуется 5–7 значащими цифрами.

Знаменательно, что переход при изучении машин и механизмов с помощью технических средств и методов, обеспечивающих достижение относительных погрешностей, на порядки более низких традиционного уровня, позволяет надежно регистрировать индивидуальные особенности машин и механизмов. При этом, как показывает практика применения высокоточных (фазохронометрических) измерительных систем, например, на высокомошных турбоагрегатах, именно снижение относительных погрешностей измерений на три порядка обеспечило регистрацию таких эффектов, как влияние удаленных грозových разрядов на динамику ротора [4], нарушение балансировки секций валопровода цилиндра низкого давления и возбудителя [5].

Эксплуатация всей совокупности объектов машиностроительного комплекса страны, включая энергетику и транспорт, добывающую и обрабатывающие отрасли, объекты промышленного и гражданского строительства, жилищно-коммунального хозяйства требует создания надежно налаженной системы измерительно-вычислительного прогнозирующего мониторинга. Это позволит обеспечить систематическую оценку технического состояния и остаточного ресурса каждого ответственного технического объекта, его аварийной защиты и своевременного вывода из режима эксплуатации.

Безусловно, насыщение техники прецизионными встроенными измерительными системами предполагает и высокий уровень математического обеспечения функционирования производственного комплекса в целом. Его основу должны составить многофакторные математические модели функционирования промышленных объектов. Итогом такого рода модернизации должны явиться не только более рациональный жизненный цикл эксплуатации

техники, но и наиболее совершенный замкнутый цикл циркулирования – оборота металла, включая заготовительный, производственный, эксплуатационный, утилизационный этапы с последующим возвращением на заготовительный этап. Тем самым можно будет гарантировать минимальный ущерб экологии.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. **Одуон К., Гино Б.** Измерение времени. Основы GPS /Пер. с англ. Ю. С. Данилова, под ред. В. М. Татаренкова. М.: Техносфера, 2002.
2. **Физические** величины: Справочник / Под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. **Кибернетика** живого: Биология и информация. М.: Наука, 1984.
4. **Киселев М. И., Пронякин В. И.** Быстропротекающие переходные режимы функционирования валопровода мощного турбоагрегата // Наука и образование: электронное научное издание. 2011. Вып. 5 [Электрон. ресурс]. <http://technomag.edu.ru> (дата обращения 02.05.2013 г.).
5. **Киселев М. И. и др.** Прецизионное исследование работы турбоагрегата оптико-электронными средствами // Теплоэнергетика. 2006. №11. С.10–13.

Дата принятия 20.05.2013 г.