



# Исследователи держат марку

## МАГАТЭ проверяет качество исследований проб воды в лабораториях

Лаура Хиль

О тлично, хорошо, под вопросом или неприемлемо: как можно охарактеризовать точность химического анализа воды? В научном мире для ответа на этот вопрос разумно прибегнуть к сравнению. На протяжении вот уже 30 лет МАГАТЭ сравнивает между собой результаты исследований в области изотопной гидрологии, полученные в сотнях различных лабораторий, и выступает в качестве всемирного центра по организации аттестационных испытаний в области изотопной гидрологии.

«Точность измерений является ключевым аспектом для любой научной дисциплины, — считает Луис Гонсалес

Ита, лаборант-гидролог из Мексиканского института гидротехники. — Это справедливо и для изотопной гидрологии. Если мы можем гарантировать правильность и достоверность наших данных, то наши доводы весьма убедительны для директивных органов».

Изотопная гидрология — это научная дисциплина, изучающая водные ресурсы с привлечением изотопных данных. Такие исследования дают важную информацию для разработки стратегий и политических мер по охране вод. Примерно раз в четыре года более 300 лабораторий изотопной гидрологии принимают



X Межлабораторные сравнения

■ Обучение персонала

● Поставка оборудования

участие в организуемых МАГАТЭ международных аттестационных испытаниях в форме межлабораторного сравнения.

Сравнение данных, полученных при анализе контрольных проб МАГАТЭ, которые включают в себя широкий спектр проб воды из разных регионов мира, помогает персоналу лабораторий выявить и устранить недочеты в своей аналитической работе. Таким образом, они могут быть уверены в том, что раз от разу получают верные и точные данные.

Сегодня регулярные перекрестные сравнения приобретают еще большую важность: технологии быстро совершенствуются, благодаря чему методы и приборы изотопной гидрологии становятся более дешевыми и доступными. Хотя доступность технологий имеет свои преимущества, она приводит к повышенному

рisku ошибки, так как новички в данной области зачастую не обладают высоким уровнем подготовки.

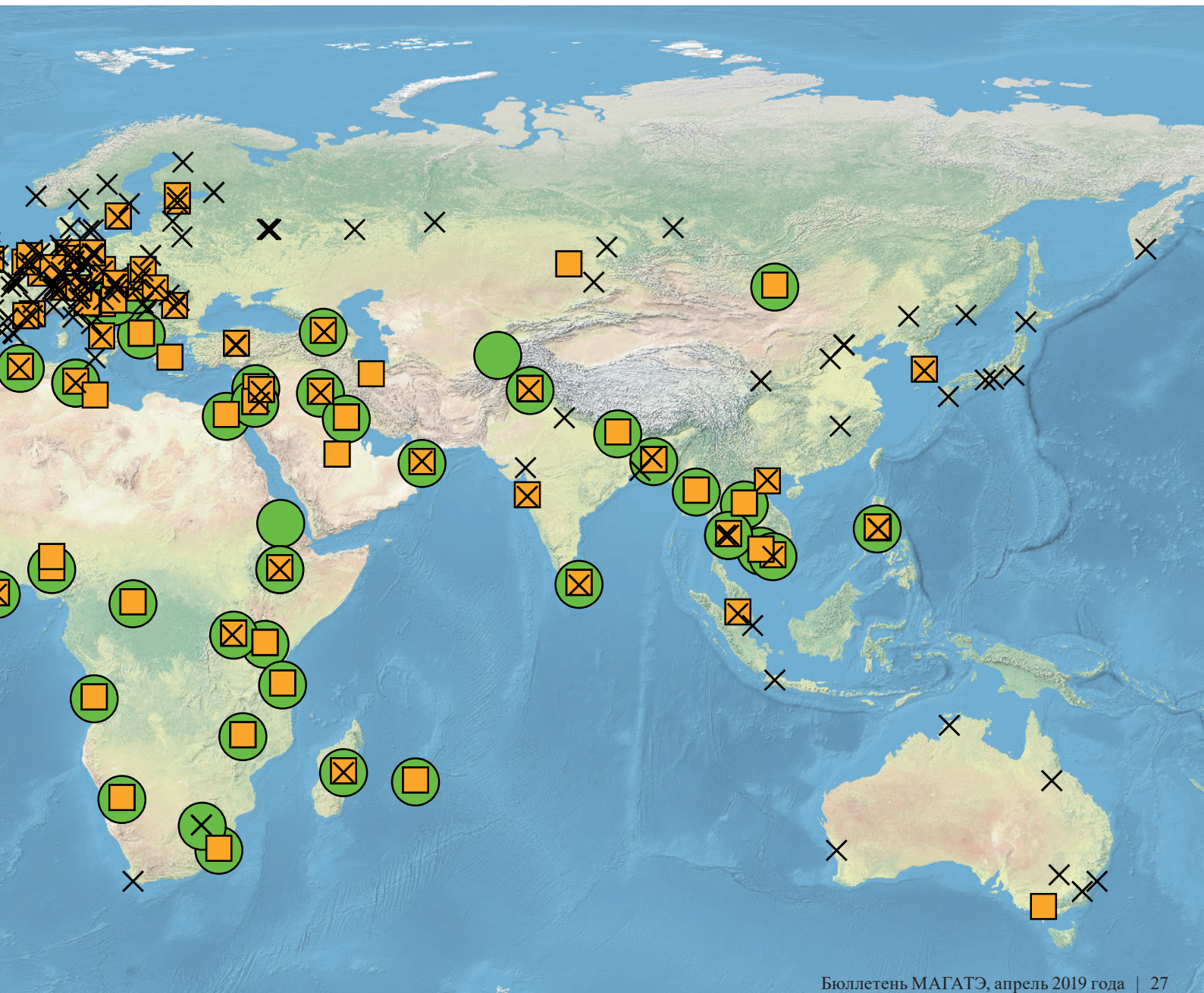
«В наши дни, особенно при использовании лазерных методов, большую часть работы выполняет техника, — говорит г-н Гонсалес Ита. — Это подразумевает, что при проведении исследований ученые все больше полагаются на методику, нежели чем на свою квалификацию».

### На пути к высоким достижениям

Существуют два проекта по сравнению возможностей лабораторий. Одним из них является межлабораторное сравнение содержания изотопов в пробах воды (WICO), в рамках которого проверяется способность лабораторий измерять содержание в воде дейтерия ( $^2\text{H}$ ) и кислорода-18 ( $^{18}\text{O}$ ). Располагая точными данными о содержании

**На карте показаны города, с 2016 года принимающие участие в межлабораторных сравнениях (WICO и TRIC), а также регионы, где с 2007 года Агентство проводит обучение специалистов в области изотопной гидрологии и куда с 2007 года безвозмездно поставляет приборы для изотопной лазерной спектроскопии в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ.**

(Источник: МАГАТЭ)



этих изотопов, ученые могут определить возраст и происхождение воды (подробнее см. на стр. 4).

В рамках другого проекта — взаимного сравнения содержания трития (TRIC) — проверяется способность лабораторий измерять содержание в воде такого естественного радиоизотопа, как тритий ( $^3\text{H}$ ). Данные о содержании трития используются для анализа скорости пополнения запасов воды и изучения водных масс возрастом менее 60 лет (см. стр. 4). Проект TRIC позволяет оценить, насколько точными и правильными являются выполненные измерения. Последний учебный эксперимент TRIC состоялся в 2018 году и собрал рекордное количество участников — 90 лабораторий.

«Устроены эти проекты межлабораторного сравнения довольно просто, — объясняет Леонард Вассенаар, руководитель Лаборатории изотопной гидрологии МАГАТЭ, находящейся в Вене, Австрия. — Здесь мы подготавливаем и тщательно проверяем пробы воды, а потом отправляем их в каждую лабораторию. Там проводят анализ и высылают нам свои результаты, которые мы затем сравниваем с контрольными значениями, полученными в МАГАТЭ. В конечном итоге мы сводим все результаты в анонимной форме в общий доклад для научного сообщества и одновременно направляем отдельно в каждую лабораторию подробные доклады, где содержатся предложения и рекомендации по улучшению их работы».

В докладах, выпускаемых МАГАТЭ после каждого учебного эксперимента, представлены подкрепленные фактами рекомендации, которые помогают лабораториям совершенствовать применяемые методы и повышать эффективность работы. Кроме того, на их основе эксперты МАГАТЭ могут выявлять недостатки и в дальнейшем оказывать целевую помощь, в том числе обучение лабораторного персонала в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ.

## Проверка бдительности

Крупнейшим международным мероприятием за всю историю межлабораторных сравнений в рамках анализа стабильных изотопов стал последний учебный эксперимент WICO, проведенный в 2016 году с участием 235 лабораторий. Его результаты были опубликованы в ноябре 2017 года в научном журнале «Rapid Communications in Mass Spectrometry».

Во время тренинга WICO в 2016 году возглавляемое Леонардом Вассенааром подразделение решило прибегнуть к хитрости.

«Чтобы проверить бдительность лабораторий в плане обнаружения загрязняющих примесей, которые

мешают проведению анализа, в одну из проб мы добавили метанол — но, естественно, об этом никого не предупредили, — рассказывает г-н Вассенаар. — После того, как выяснилось, что многие участники оставили этот момент без внимания, мы разработали для них несколько алгоритмов, с помощью которых можно выявить присутствие в воде посторонних примесей, которые могут исказить результаты анализа».

Большинство из лабораторий, принявших участие в WICO 2016, показали при анализе изотопов кислорода результаты, разнящиеся от приемлемых до отличных, а при анализе дейтерия подобных результатов удалось достичь примерно половине лабораторий. Однако порядка 5–6% участников продемонстрировали неприемлемо низкие результаты, что, по словам г-на Вассенаара, может быть связано со стремительным увеличением количества аппаратуры, например, доступных по цене лазерных приборов, особенно в лабораториях с менее опытным персоналом.

«Мы пришли к заключению, что, по всей вероятности, плохие показатели лабораторного анализа обусловлены наличием, так сказать, известных неопределенностей, которые даже не поддаются количественной оценке, — говорит г-н Вассенаар. — Из-за ошибок, например, погрешностей при обработке таблиц в Excel, или неправильного обслуживания измерительных приборов может сложиться ситуация, когда лаборатория вроде бы все делает правильно, но все равно показывает слабые результаты. Эти погрешности и ошибки персонала довольно распространены, однако могут быть незаметны для самой лаборатории».

Он также добавляет, что в этой ситуации играют роль факторы, зависящие от знаний или квалификации, например, опытность оператора, ошибки при обработке исходных данных, нарушения в процедуре замеров, использование поврежденных образцов или некорректно работающих аналитических приборов.

Как показывают опубликованные в журнале «Accreditation and Quality Assurance» результаты недавних исследований, недоработки при выполнении геохимического анализа также могут быть в значительной степени обусловлены человеческим фактором. Проведенное после WICO 2016 обследование лабораторий-участников лишь подтверждает тезис о том, что основными факторами низкой результативности анализа содержания изотопов в воде являются ошибки персонала, технические неисправности и погрешности приборов.

«Обнаруживая ошибки, в конце концов можно принориться. Нам важно знать, где мы выдаем достоверные результаты, а где нет, — резюмирует г-н Гонсалес Ита (на последнем проекте WICO его лаборатория в Мексике получила высокую оценку). — Благодаря WICO 2016 мы смогли убедиться в том, что делаем анализы хорошего качества. Это полезная информация и для соседних стран, так как они могут положиться на наши услуги, а мы можем делиться передовыми наработками».