

# ВЕК ЖИВИ – ВЕК УЧИТЬСЯ

## ОБРАЗОВАНИЕ И ОБУЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ИЗОТОПНОЙ ГИДРОЛОГИИ

ПРАДИП К. АГГАРВАЛ И ДИН Д. СУД

**Ж**изнь человека и развитие человечества зависят от наличия пресной воды. Необходимость удовлетворения этой жизненно важной потребности способствовала обретению человеком интуитивного умения пользоваться водными ресурсами, например сбор дождевой воды практикуется в разных цивилизациях уже более 4 тыс. лет. Сегодня необходимы более сложные научные и системные подходы для оценки водных ресурсов и их использования, поскольку добывать пресную воду становится все труднее.

Начало развития гидрологии как научной дисциплины о физических, химических и биологических процессах, определяющих местонахождение, циркуляцию и распределение воды на планете, относится к середине XX века. Применение ядерных или изотопных методов в рамках этой специализированной отрасли гидрологии – сравнительно новое явление, достигшее зрелости и признания в течение примерно 20 последних лет.

МАГАТЭ сыграло важную роль в развитии изотопной гидрологии как научной дисциплины и в подготовке квалифицированных кадров изотопных гидрологов во всем мире. До недавнего времени публикации МАГАТЭ были единственным письменным источником материалов по подготовке и образованию в области изотопной гидрологии. Поскольку изотопная гидрология является полезным инструментом устойчивого использования водных ресурсов, гидрологи обязательно должны быть компетентными в использовании изотопных методов. В данной статье рассматривается

эволюция стратегических подходов и механизмов подготовки изотопных гидрологов в контексте нужд развивающихся и промышленно развитых стран.

### ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К ОБУЧЕНИЮ

Исторически изотопная гидрология была сферой компетенции физиков и химиков, которые располагали средствами измерения концентрации изотопов в природных веществах. В результате имел место существенный разрыв между учеными, занимавшимися изотопной гидрологией, и гидрологами, которые вели практическую работу по использованию водных ресурсов. Усилия МАГАТЭ по созданию потенциала изотопной гидрологии были направлены на организацию индивидуальной или групповой подготовки гидрологов, занимавшихся исследованиями и их практическим применением. За последние четыре десятилетия было предоставлено более 700 индивидуальных стипендий для подготовки по изотопной гидрологии в штаб-квартире МАГАТЭ или других известных центрах изотопной гидрологии. Эти стипендии, как правило, предоставлялись для занятий в учебных аудиториях и интенсивного взаимодействия с одним или несколькими экспертами с целью выработки навыков сбора и интерпретации данных. Более 600 слушателей приняли участие в групповых занятиях в рамках национальных, региональных и межрегиональных курсов разной продолжительности (от одной до восьми недель) и дополнительно усовершенствовали свои навыки в ходе подго-

товки на рабочем месте, связанной с осуществлением проектов технического сотрудничества.

Ограниченной группе участников из развивающихся стран была предоставлена возможность пройти подготовку повышенного типа в рамках проектов координированных исследований (ПКИ). Многие из них получили первоначальную подготовку благодаря стипендиям МАГАТЭ. ПКИ дает возможность менее опытному исследователю повысить свою квалификацию в результате взаимодействия с коллегами, в том числе с опытными исследователями, в ходе работы над общей темой исследования.

Наличие подготовленных научных работников, компетентных в изотопной гидрологии, способствовало улучшению осуществления проектов технического сотрудничества благодаря сочетанию местных возможностей с привнесенной извне компетентностью и развитию потенциала проведения соответствующих исследований. Тем не менее в последние годы число учебных мероприятий непрерывно росло в связи с резким увеличением количества проектов технического сотрудничества. Например, в период 80–90-х гг. был осуществлен 51 проект технического сотрудничества в области изотопной гидрологии, а с 1991 по 2000 г. это число возросло до 141. В настоящее время осуществляются около 56 проектов в

---

*Г-н Аггарвал – руководитель Секции изотопной гидрологии в Отделе физических и химических наук Департамента ядерных наук и применений МАГАТЭ; г-н Суд – директор Отдела.*

рамках двухлетнего цикла 2001–2002 гг., в том числе два региональных проекта, предназначенных специально для создания потенциала.

## ЭЛЕМЕНТЫ НОВОЙ СТРАТЕГИИ

В мире наблюдается повышение спроса на подготовку по всем аспектам изотопной гидрологии даже в странах, где с течением времени установилась практика осуществления программ подготовки в области гидрологии. Сегодня необходимо направлять больше усилий на передачу приобретенных знаний и опыта новому поколению гидрологов. В результате тщательного анализа прошлых успехов и неудач предлагается следующий подход к подготовке по изотопной гидрологии.

■ **Университетские курсы по изотопной гидрологии.** В прошлом учебные программы МАГАТЭ по изотопной гидрологии почти исключительно ориентировались на модель непрерывного образования, и поэтому основной упор делался на подготовку после получения формального образования. Однако достижение более высокого уровня знаний и навыков в какой-либо дисциплине в результате непрерывного образования возможно в том случае, если формальное образование включает базовую подготовку по этой дисциплине. Несомненная польза от такого подхода оправдывает переориентацию программы МАГАТЭ в плане включения в нее формального образования в области изотопной гидрологии.

“Гидрологами” могут стать специалисты в самых разных областях, таких как геология, география, гражданское строительство, агротехника, химия или метеорология. Вузовское образование по этим специальностям часто дополняется аспирантскими курсами по гидрологии. Международное гидрологическое десятилетие (МГД), объяв-

ленное ЮНЕСКО в 1965 г., содействовало повышению значимости образования по гидрологии. Во многих учебных заведениях как развивающихся, так и развитых стран при поддержке ЮНЕСКО были введены аспирантские курсы, а затем программы для получения полной ученой степени или диплома.

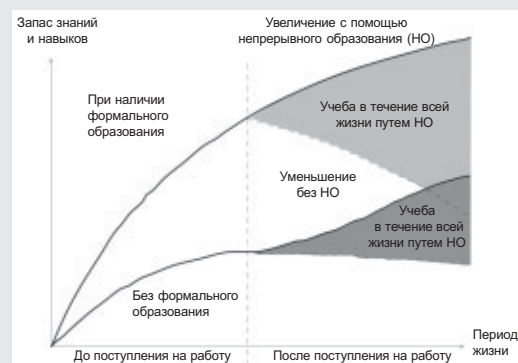
С учетом разнородного характера подготовки студентов, которых привлекло изучение программ по гидрологии, важно разработать такой курс по изотопной гидрологии, который удовлетворял бы потребностям этих разных студентов и соответствовал бы имеющимся возможностям получения работы. Специальные образовательные программы, не обеспечивающие знания и умения, необходимые для будущей практической работы, вряд ли смогут длительное время привлекать студентов. Для общего представления о предмете в учебные программы по гидрологии в геологических и технических вузах следует включать вводные курсы по изотопной гидрологии. Структурированный курс по изотопной гидрологии следует включать в программы для аспирантов по гидрологии.

Усилия по введению курсов изотопной гидрологии могут быть первоначально ориентированы на их включение в программы по гидрологии, начатые под эгидой и в сотрудничестве с ЮНЕСКО, с целью содействовать обеспечению их быстрой интеграции в сферу образования по этому предмету. Предоставление подготовленных МАГАТЭ учебных материалов и оказание необходимой поддержки преподавателям свели бы к минимуму возможные финансовые издержки для институтов, решивших включить курс изотопной гидрологии в свои учебные программы по гидрологии.

Еще одним путем содействия обучению изотопной гидрологии на уровне высшего образования

## УЧЕБА В ТЕЧЕНИЕ ВСЕЙ ЖИЗНИ ПО ГИДРОЛОГИИ

На схеме показано, что как формальное, так и непрерывное образование играет важную роль в приобретении квалификации и навыков, необходимых для гидрологов.



Источник: Составлено на основе A. Van der Veken, 'Continuing Education in Hydrology', UNESCO (1993).

является спонсирование кафедр изотопной гидрологии в отдельных университетах. Такая поддержка повысила бы научный авторитет ее получателя, что позволило бы данной кафедре стать центром притяжения или координации национальных или региональных учебных программ и прикладных исследований.

■ **Установление связей между центрами.** Предоставление стипендий для учебы является главным механизмом учебной программы МАГАТЭ. Большинство стипендиатов по изотопной гидрологии прошли обучение в центрах изотопной гидрологии Европы и Северной Америки. Однако получить эти стипендии становится все труднее из-за изменений в условиях исследовательской работы в развитых странах, где большинство научных работников вынуждены конкурировать за получение средств на исследования из все более скудных национальных источников финансирования. Во многих случаях требуется больше года, чтобы достичь соглашения с принимающим институтом относительно подготовки стипендиата, а затем вдруг обнаруживается, что произошли изменения в запросах и намерениях предлагаемого стипендиата. Такая ситуация возникает потому, что многие потенциальные принимающие организа-

## ПРОВЕДЕННАЯ МАГАТЭ ПОДГОТОВКА ПО ИЗОТОПНОЙ ГИДРОЛОГИИ



ции рассматривают присутствие стипендиата со слабой подготовкой в изотопной гидрологии, работающего над проектом, не связанным с основным направлением их исследований, скорее как бесполезную трату ресурсов, чем взаимовыгодную программу обмена. В результате возможностей для индивидуального обучения продолжительностью от четырех до шести месяцев становится все меньше.

Повысить заинтересованность в научных обменах и подготовке, очевидно, можно путем установления более долговременных связей между институтами развивающихся и развитых стран. Например, можно обратиться к авторитетной группе по изотопной гидрологии с просьбой помочь в проведении группового обучения или чтении университетского курса лекций на национальном или региональном уровне. Для отдельных участников этих мероприятий можно было бы затем организовать краткосрочное групповое обучение более передовым методам в институте, участвующем в сотрудничестве. За этот период могут быть определены области совместных исследований или практических проектов, отвечающих планам научных исследований принимающего института. В конечном счете такие связи между институтами могут при-

вести к повышению квалификации и возможностей в институтах развивающихся стран, с тем чтобы они могли самостоятельно организовать обучение по некоторым аспектам изотопной гидрологии при незначительном внешнем участии или даже без него.

### ■ Ориентация на более широкую группу гидрологов.

Гидрология является междисциплинарной прикладной наукой, базирующейся на работе в полевых условиях. Необходимо обеспечить непрерывное образование по изотопной гидрологии большой группе гидрологов-практиков, которые, возможно, не были знакомы с изотопными методами. Наилучшим путем достижения этой цели может быть проведение совместных мероприятий с другими учреждениями системы ООН и профессиональными ассоциациями.

Естественным партнером в межучрежденческом сотрудничестве является Международная гидрологическая программа (МГП) ЮНЕСКО. Эта программа действует около 30 лет, и одна из ее наиболее ценных особенностей состоит в организации национальных комитетов МГП. Эти комитеты, действующие на основе соглашения между ЮНЕСКО и национальными правительствами, проводят много мероприятий по обучению и подготовке гидрологов, а также по координации гидрологических исследований и практических работ.

Сотрудничество между программой МАГАТЭ по изотопной гидрологии и МГП, хотя оно и ограничено лишь несколькими областями, имеет длительную историю. МАГАТЭ и ЮНЕСКО совместно опубликовали несколько руководств по применению изотопов в гидрологии. Расширение масштабов сотрудничества имеет хорошие перспективы и сулит потенциальные выгоды. В связи с этим подготовлено предложение о создании межучрежденческой про-

граммы под названием "Совместная международная программа по применению изотопов в гидрологии" (МПИГ) для интегрирования изотопных методов в гидрологическую практику. В рамках этой программы национальным комитетам МГП предлагается расширить состав своих членов, включив в него экспертов по применению изотопов, и осуществлять совместные образовательные мероприятия и проекты, которые приведут к интеграции изотопных методов в сектор водных ресурсов.

Развитие сотрудничества с профессиональными ассоциациями, такими как Международная ассоциация гидрологических наук (МАГН) и Международная ассоциация гидрологов (МАГ), также способствовало бы расширению круга участников в мероприятиях МАГАТЭ и подготовке кадров специалистов в области изотопной гидрологии. Это сотрудничество укрепляется путем поддержки международных конференций и симпозиумов, организуемых МАГН и МАГ, и проведения краткосрочных учебных курсов в ходе данных встреч. Такие мероприятия в рамках научных обществ служат росту признания изотопной гидрологии и стимулированию интереса к ней в научных кругах и среди честолюбивых молодых ученых.

Ожидается, что результатом этой новой стратегии станет непрерывный приток большого числа гидрологов, которые приобрели определенный опыт применения изотопных методов. Многие из этих гидрологов со временем займут руководящие посты в сфере управления водными ресурсами. Для таких руководителей водного хозяйства изотопные методы будут неотъемлемой частью используемых в гидрологии средств, и, если необходимо, они будут повышать свою квалификацию путем непрерывного образования и профессиональной подготовки. □