

# Космические лучи помогают измерить уровень влажности почвы

Беттина Бенцингер и Николь Яверт



**При помощи нейтронного зонда космического излучения фермеры измеряют влажность почвы.**

(Фото: МАГАТЭ)

Достигая вместе с космическим излучением поверхности Земли, нейтроны помогают ученым из более чем 25 стран измерить содержание воды в почве, а фермерам — сберечь воду и адаптироваться к изменению климата. При помощи нейтронного зонда космического излучения ученые отслеживают эти быстро движущиеся в атмосфере нейтроны, чтобы определить, сколько воды уже содержится в почве и когда фермерам необходимо увлажнить почву, чтобы вырастить урожай даже в суровых климатических условиях.

«У себя в стране нам приходится иметь дело с изменением климата и засухой, — говорит Имадельдин А. Али Бабакер, агроном из суданской Сельскохозяйственной научно-исследовательской корпорации министерства сельского и лесного хозяйства и участник одного из нескольких учебных курсов, организованных МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) и другими международными организациями. — Обучившись работе с нейтронным зондом космического излучения, мы открыли для себя новую возможность для регулирования уровня влажности почвы».

Нейтронный зонд космического излучения — это устройство, которое может измерять уровень влажности путем детектирования быстро движущихся нейтронов в почве и в воздушном слое непосредственно над почвой (см. вставку «Наука»). Он быстрее, портативнее и может проще замерить ту или иную площадь по сравнению с традиционными устройствами.

Ученые из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях с 2013 года занимаются тестированием и калибровкой нейтронного зонда космического излучения, в том числе его мобильной модификации, которая помещается в рюкзак. «Исследования по таким культурам, как кукуруза, показали, что, планируя проведение ирригационных работ с использованием нейтронного зонда космического излучения, можно сберечь до 100 мм ирригационной воды за сезон — что эквивалентно одному миллиону литров воды на гектар и представляет собой огромное количество для бедных водой регионов — за счет оптимизации объемов и сроков использования воды фермерами, но при этом даже с ростом урожайности», — говорит Аммар Вахби, почвовед из Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ.

Обучение использованию этой технологии детектирования нейтронов прошли свыше 300 ученых по всему миру на курсах, где они приобрели технические навыки и умение применять их при принятии решений. Среди прочего, на курсах обучают работе с имитационной моделью AquaCrop — программным продуктом, созданным ФАО для точного моделирования предполагаемого роста культур и расхода воды при разных сценариях.

Как указывает Амира Ханун Атия, ученый из иракского министерства науки и технологии, в Ираке эти курсы помогли ученым подобрать сельскохозяйственные культуры, подходящие для климатических условий страны. «Изучение различных сценариев полезно для принятия

решений: например о том, какие культуры высаживать, чтобы рациональнее использовать скудные запасы воды».

Традиционными методами можно получить информацию на расстоянии в считанные сантиметры от зонда, так что обследования больших площадей требуют огромных затрат времени и сил. Нейтронный зонд космического излучения, напротив, может мгновенно снять показания с площади в 20 гектаров, не потревожив почву и сложную систему взаимосвязанных живых организмов и структур, которые ее составляют.

«Традиционные методы предполагают взятие нескольких образцов почвы, высушивание их в печи в течение 48 часов

и измерение разницы в массе оригинального и высушенного образца», — поясняет Трентон Франц, гидрогеофизик из Университета Небраски в Линкольне и эксперт, участвующий в учебных курсах ФАО/МАГАТЭ.

На 2018 год в 15 странах запланированы или уже проводятся более десяти национальных и региональных проектов научных исследований и технического сотрудничества, имеющих отношение к нейтронным зондам космического излучения. В рамках этих проектов специалисты уже получили или получают собственные устройства для применения знаний, приобретенных на учебных курсах.

## НАУКА

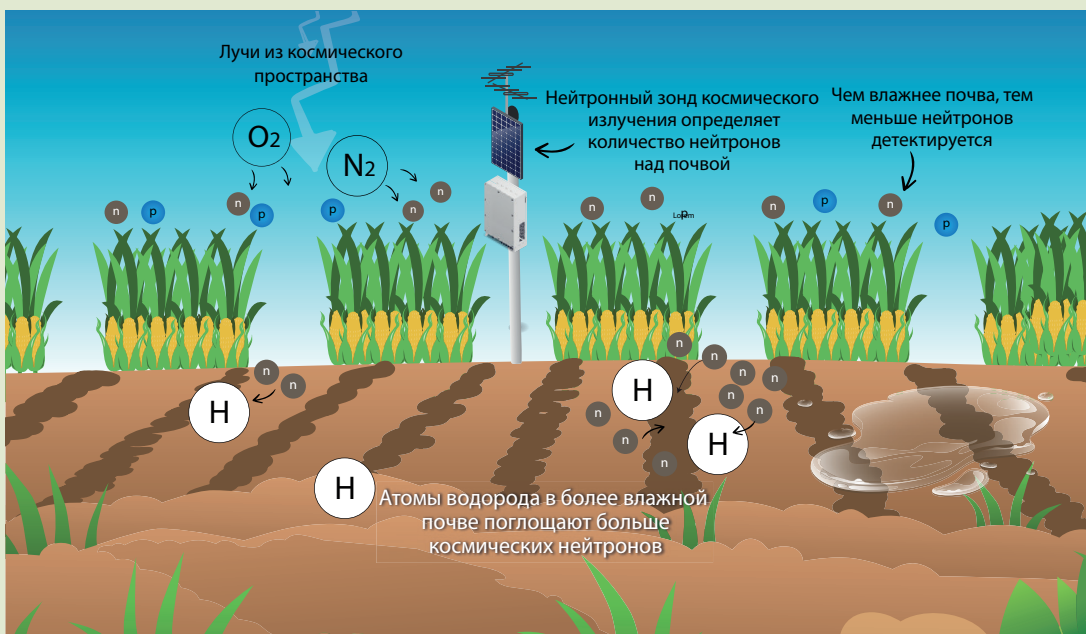
### Как работает нейтронный зонд космического излучения

Нейтронный зонд космического излучения детектирует нейтроны в почве и в воздушном слое непосредственно над почвой и подсчитывает их количество. Ученые используют эту информацию для определения уровня влажности почвы.

Нейтроны генерируются высокоэнергетическими космическими лучами (в основном протонами), поступающими из-за пределов Солнечной системы. Они сталкиваются с атомами — в основном азота и кислорода — в верхних слоях земной атмосферы. Эти атомы распадаются на субатомные частицы, такие как протоны и нейтроны, которые проходят через атмосферу и по мере падения продолжают сталкиваться с другими атомами.

К моменту контакта с поверхностью Земли нейтроны набирают очень высокую скорость. Их энергия поглощается атомами окружающей среды, по большей части — атомами водорода. Это поглощение приводит к замедлению скорости нейтронов.

Поскольку в земной среде водород встречается главным образом в почвенной воде, ученые могут подсчитать количество быстрых нейтронов в самой почве и вблизи нее, чтобы понять, сколько воды в ней содержится. В более сухой почве быстро движущихся нейтронов больше, в более влажной — меньше, поскольку в воде содержится больше поглощающего энергию водорода.



(Инфографика: Р. Кенн/МАГАТЭ)