

Международная информационная система МАГАТЭ по геологии урана

Линда Троки

ВВЕДЕНИЕ

МАГАТЭ собрало большое количество информации глобального характера по геологии урана. Его деятельность по сбору и распределению данных включает: организацию проектов технической помощи развивающимся странам, публикацию совместно с Агентством по ядерной энергии ОЭСР сборника "Ресурсы урана, производство и спрос", созыв симпозиумов по вопросам урановых ресурсов и их разработки и участие в международном проекте оценки ресурсов урана.

В поддержку этой деятельности Агентство также собирает технические отчеты, карты, газетные сообщения и другие документы, касающиеся геологии, изысканий и добычи урана в развивающихся и, в меньшей степени, во всех странах. Полученный в результате этой деятельности большой объем информации хранится по странам в отдельных картотеках и используется для деятельности Агентства в рамках оказания технической помощи и оценки ресурсов. Однако ручная картотека обладает недостаточной гибкостью. Может потребоваться неделя для просмотра всех необходимых документов, чтобы дать, например, ответ на вопрос о расположении основных запасов урана в мире. На вопросы такого типа и призвано отвечать Агентство.

Часть функций Агентства заключается в снабжении государств-членов информацией, касающейся всех аспектов ядерного топливного цикла. Для выполнения этой функции и удовлетворения потребностей Агентства в международных данных по вопросу о ресурсах урана необходима система хранения и поиска информации, которая:

- систематизированно хранит основное содержание всех важных отчетов, карт и т.д., касающихся деятельности, связанной с ресурсами урана;
- легко доступна для Агентства и государств-членов;
- индексирована не только по странам, но и по сотням различных вопросов таким образом, чтобы легко можно было отыскать любую информацию.

В настоящее время создается система хранения данных с применением ЭВМ, которая должна удовлетворять вышеуказанным требованиям по следующим направлениям: 1) вся существенная информация извлекается из публикаций и карт и систематизированно хранится в компьютере; 2) доступ к этой информации осуществляется через терминалы внутри Агентства, а линии электросвязи могут сделать ее доступной для государств-членов; 3) полный массив данных может быть просмотрен для получения желаемой информации за считанные секунды.

Г-жа Троки — бывшая сотрудница Отдела ядерной энергетики и реакторов МАГАТЭ.

Выигрыш от компьютеризации данных заключается в возможности постоянно анализировать и оценивать информацию. Оценка ресурсов (установление размеров природных запасов, которые можно добыть в данном регионе) требует огромного количества информации, и компьютеры играют большую роль в обработке данных. Как международная организация по атомной энергии Агентство делает оценку мировых ресурсов урана для прогнозирования глобального предложения и возможностей удовлетворения будущего спроса. Подобная деятельность проводится различными организациями, которые также создают информационные системы на основе ЭВМ по глобальным ресурсам угля, нефти и геотермальным ресурсам. Информационная система по геологии урана будет дополнять системы по другим энергетическим ресурсам, которые можно будет использовать совместно для координации планирования всех энергетических и экономических данных МАГАТЭ.

ОЦЕНКА МИРОВЫХ РЕСУРСОВ УРАНА

Урановые ресурсы будущего будут добываться не только из месторождений урана, которые известны сейчас, но и из месторождений, которые еще не обнаружены. (Существующие запасы урана обеспечивают мировые потребности на последующие примерно 15 лет [1]). Следовательно, оценка ресурсов – это не просто сложение

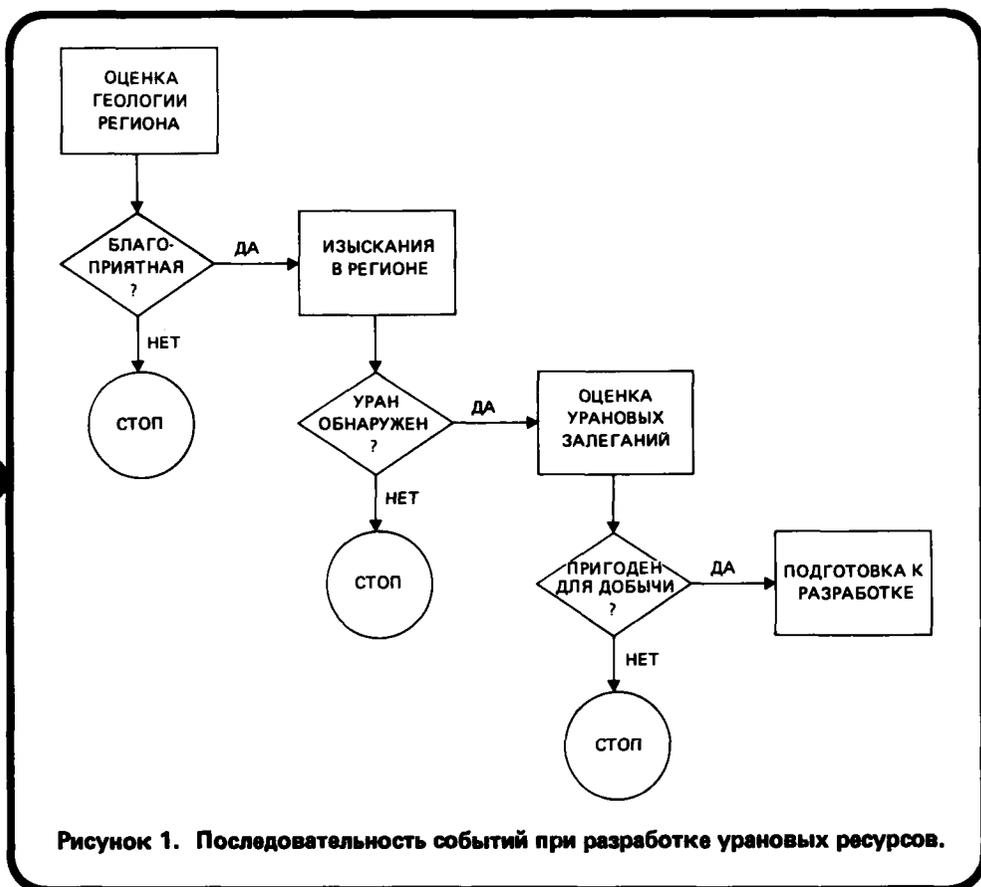


Рисунок 1. Последовательность событий при разработке урановых ресурсов.

количества тонн урана, которые экономически могут быть добыты из месторождений мира; необходимо учитывать количество экономически пригодного для добычи урана, который, возможно, будет разведан или станет доступен в ближайшем будущем. По этой причине необходимо оценить:

- геологию районов, благоприятных для формирования урановых залежей, т.е. районов, обладающих потенциалом для выявления новых месторождений;
- объем и результаты разведки урана, проведенной в установленном районе;
- все известные урановые месторождения и залегания;
- все рудоперерабатывающие заводы;
- национальную "статистику урана" и политику в области разработки урановых ресурсов (см. рис. 1).

С этой целью информация хранится в следующих пяти отдельных компьютерных файлах, которые соответствуют вышеуказанным разделам: 1) файл справочных сведений о регионах (RRF); 2) файл изыскательской деятельности (EAF); 3) файл месторождений (залеганий) (DOF); 4) файл переработки руды (OPF); 5) файл международных суммарных сведений (ISF). Эти пять файлов образуют информационную систему, которая получила название ИНТУРГЕО – Международная информационная система по геологии урана (см. таблицу 1 и рис. 2).

Физическое распределение известных урановых ресурсов показывает, почему необходимо учитывать все разделы, охватываемые ИНТУРГЕО. 80% известных мировых ресурсов урана находится только в четырех странах: Австралии, Канаде, Южной Африке и США [1]. Соответствует ли это естественному распределению урана в

Таблица 1. Содержание ИНТУРГЕО

| Название файла | Назначение |
|---|---|
| 1. Файл справочных сведений о регионах RRF | Описание геологии регионов для обеспечения возможности оценки уранового потенциала |
| 2. Файл изыскательской деятельности EAF | Суммирование данных об изысканиях урана, выполненных в регионе, для обеспечения возможности оценить необходимость дальнейших изысканий |
| 3. Файл месторождений (залеганий) DOF | Характеристика залеганий урана с целью обеспечить возможности их классификации и сравнения |
| 4. Файл переработки руды OPF | Описание отдельных предприятий по переработке урановой руды, чтобы обеспечить возможность сравнения методов переработки руды и их эффективности |
| 5. Файл международных сведений ISF | Суммирование статистики урана на национальной основе с целью обеспечить доступность этой информации |

**Информационная система
ИНТУРГЕО**

RRF

EAF

DOF

ISF

OPF

| RRF | EAF | DOF | ISF | OPF |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Идентификационный номер | Идентификационный номер | Идентификационный номер | Идентификационный номер | Идентификационный номер |
| Название региона | Название области | Название месторождения | Название государства | Название предприятия |
| Местонахождение | Местонахождение | Местонахождение | Местонахождение | Местонахождение |
| Запасы | Запасы | | Запасы | Производительность |
| Ресурсы урана | | Ресурсы урана | Ресурсы урана | |
| | | Владелец-эксплуатирующая организация | | Владелец-эксплуатирующая организация |
| | | Производство урана | Производство урана | |
| | | Название завода | | |
| Уровень изысканий | Уровень изысканий | | | |
| | Подробности, касающиеся изысканий | Метод разведки | | |
| Геологические условия | | Геология окружающих пород | Геология урана в стране | |
| | | Геология региона | | |
| | | Тип месторождения | | Тип руды |
| | | Минералогия | | |
| | | Геометрия месторождения | | |
| | | | Географическая статистика | |
| | | | Изыскательские и горнодобывающие организации | |
| | | | Законодательство по вопросам урана | |
| | | | | Применяемый процесс |
| | | | | Особенности |
| | | | | Издержки производства |
| Карты | Карты | Карты | | |
| Библиография | Библиография | Библиография | Библиография | Библиография |
| Регистратор | Регистратор | Регистратор | Регистратор | Регистратор |

Рисунок 2. Схематическое сравнение файлов в системе ИНТУРГЕО.

земной коре? Это мало вероятно. Такое распределение разведанных ресурсов является по большей части результатом интенсивности изысканий, которые были проведены в этих странах и которые дали большое количество сведений об уране. По мере появления в результате изысканий или оценок большего объема данных о залеганиях урана в других частях мира, становится вероятным, что Южная Африка или другие области Африки в будущем станут основными поставщиками урана.

ОПИСАНИЕ ФАЙЛОВ ИНТУРГЕО

Файлы делятся по географическому принципу, каждая запись описывает отдельную местность или справочную область. В файле справочных сведений о регионах (RRF) запись охватывает описываемую область, которая может быть единицей политического, геологического, физиографического или любого другого соответствующего деления. В файле изыскательской деятельности (EAF) упоминаемые области являются особыми областями, охваченными отдельными изысканиями. Записи в файле месторождений (залеганий) (DOF) описывают отдельные месторождения, залегания или аномалии. Упоминаемая область в файле международных суммарных сведений (ISF) определяется национальными или международными границами. Каждая запись в файле переработки руды (OPF) описывает одно рудоперерабатывающее предприятие.

В файле справочных сведений о регионах систематизированно хранится информация о геологии региона для обеспечения возможности оценки уранового потенциала. Метод, выбранный для систематизированного описания геологических данных, представляет собой кодирование информации, получаемой с геологической карты региона. На такой карте используются различные цвета для обозначения различных геологических единиц, охватывающих поверхность региона; геологическая единица охватывает породы одного и того же возраста и обычно одного и того же типа. Скажем, гранит в возрасте 500 млн. лет показан на карте другим цветом, чем песчаник в возрасте 200 млн. лет. Геологи определяют процент территории области, занимаемой каждой единицей, и записывают эту величину с указанием этой единицы, ее возраста, типа породы, органических включений, изменений пород и других данных.

Посмотрим на примере, как может использоваться информация файла. Особая единица геологических отложений, называемая Супергруппа Карру, располагается в пределах семи государств южной части Африки. Уран был обнаружен в единицах Карру трех из этих стран, и эта порода благоприятна для разведки новых залеганий урана. Следовательно, если Карру охватывает 30% отдельного региона, то последний обладает определенным урановым потенциалом и должен быть оценен геологом. С помощью RRF было бы просто составить перечень всех регионов, которые содержат Карру, для использования при оценке залеганий урана. Компьютер можно было бы также использовать для поиска других геологических единиц, которые подобны Карру по возрасту и типу породы, но имеют другое наименование.

Есть надежда, что этот файл может быть использован для оценки потенциала необследованных регионов путем сравнения их геологических характеристик с характеристиками регионов, которые известны как содержащие богатые ресурсы урана. По этой причине хранятся также такие характеристики региона, как производство урана в регионе и уровень изысканий урана в регионе.

Файл изыскательской деятельности характеризует работы по разведке урана в том или ином регионе, с тем чтобы можно было оценить потенциальные возможности региона по урану и необходимость дальнейших изысканий. Например, запись в файле о какой-то части Мадагаскара содержала бы описание всех изыскательских работ, выполненных в этом районе. Она содержала бы данные относительно производителя изысканий, дату, методы изысканий (например, с помощью аэроспектрометрии или путем наземного сбора намывных пород), число обнаруженных при изысканиях областей с урановыми аномалиями, стоимость и итоговые результаты изысканий. Описание содержит также данные о прошлом и настоящем уровне изыскательской деятельности. Имея систематизированное, хранимое в компьютере описание всех изысканий, выполненных в регионе, можно определить, достаточно ли изучен регион, или требует продолжения работ. С помощью файла можно также проанализировать, например, какой метод изысканий наиболее эффективен в данной обстановке. И, разумеется, с помощью этого файла можно сделать мгновенный обзор изыскательской деятельности в регионе или стране.

Файл месторождений (залеганий) содержит геологические данные, которые характеризуют месторождения или залегания урановой руды, что позволяет сравнивать и классифицировать их. Характеристика геологической среды месторождения определенного типа дает геологу комплекс признаков, которые могут быть использованы при оценке потенциала других регионов путем сравнения их характеристик. Например, большинство урановых ресурсов Южной Африки залегает вместе с золотом в месторождениях типа кварцевых обломочных пород. Этот тип месторождений ограничен определенным типом отложений возрастом более 2 млрд. лет, лежащих на породах, возраст которых как правило превышает 2,6 млрд. лет. Другие месторождения этого типа встречаются в Онтарио и в Бразилии. Этот тип геологической среды встречается и в других районах мира и по аналогии также обладает урановым потенциалом. Однако для характеристики месторождений другого типа обычно требуется больше данных. В файле подробно описывается геология окружающей породы (геологической единицы, в которой имеется месторождение), равно как и встречающиеся в месторождении минералы, протяженность, сортность (процент урана), владелец ресурсов, добыча, присутствие других элементов и данные о том, как было открыто месторождение. Следовательно, файл может использоваться для проведения различных анализов. Например, для всех месторождений региона можно было бы определить распределение сортность-запасы или определить полный объем ресурсов и добычи в регионе или в стране. Для сложного сопоставления залеганий урана с региональными характеристиками данные о месторождениях могут быть объединены с информацией из файла справочных сведений о регионах. Результаты можно было бы использовать для оценки уранового потенциала аналогичных областей, о которых имеется адекватная геологическая информация, но где было проведено мало изысканий. Над этой методикой в настоящее время работают геологи-математики.

Файл переработки руды будет характеризовать процесс извлечения урана на отдельных предприятиях. Ответы на вопросник для государств-членов сформулированный Рабочей группой АЯЭ/МАГАТЭ по вопросам извлечения урана, будут закладываться в компьютер по мере их поступления. Используя информацию этого файла, можно будет выбрать технологию переработки, оптимальную для данного типа руды. Имелась бы также возможность определить необходимые для добычи и переработки

полные потребности в людских ресурсах, энергии и материалах. Сведения об этих потребностях важны для стран, готовящихся к добыче и переработке урана.

В файле международных суммарных сведений суммируется связанная с ураном информация по странам или другим политическим единицам. Она включает урановый потенциал страны, ресурсы, производство урана в прошлом, организации, занимающиеся вопросами изыскания и добычи, а также официальное отношение к развитию урановых ресурсов. Этот файл является источником информации для Банка энергетических и экономических данных МАГАТЭ по ресурсам и производству урана. Он также обеспечивает на современном уровне ответы на такие вопросы, как: "Каково положение с изысканиями урана в Нигере?" или "Какие страны располагают наибольшим потенциалом в смысле обнаружения дополнительных ресурсов урана?"

Одна запись, т.е. комплекс информации по какой-либо стране, должна служить хорошим суммарным показателем связанной с ураном деятельности в этой стране. Записи будут храниться по всем странам, обладающим урановым потенциалом, или по всем странам, которые используют и (или) производят уран.

СБОР ДАННЫХ

ИНТУРГЕО была разработана на консультативном совещании в апреле 1978 года и была осуществлена на ЭВМ к февралю 1979 года. Постановка системы на ЭВМ потребовала примерно 38 человеко-недель работы, которая включала: определение данных, предварительное кодирование, испытание и демонстрацию, подготовку форматов, программирование ввода и проверки данных и сбор данных. Работают четыре файла, и поиск информации осуществляется успешно.

В настоящее время в ИНТУРГЕО имеется около 450 записей, т.е. имеется 450 описаний геологических регионов, областей изысканий, залегающих урана или стран в файлах RRF, EAF, DOF и ISF. Этот объем данных составляет малую часть того объема, который будет в конечном счете необходим для эффективного применения. Иными словами, ИНТУРГЕО находится в стадии зарождения, и для нее протребуются намного больше данных, прежде чем полностью смогут быть реализованы ее возможности. Имеющиеся данные были введены в файл одним сотрудником МАГАТЭ и одним консультантом из управления геологических изысканий США. Эта информация была закодирована по специально разработанной для этого форме. Это считалось "проектной" стадией создания базы данных.

Опыт, приобретенный в период этого первоначального кодирования и экспериментирования с данными на компьютере, выявил другие данные, которые нужно добавить, или изменения, которые необходимо произвести в структуре. Для учета этих изменений скоро будут отпечатаны новые формы, и ИНТУРГЕО будет готова в полном объеме к сбору данных.

Построение базы данных — дело не простое. Извлечение необходимой информации из различных публикаций и карт по каждой стране потребует значительного количества времени и усилий, особенно это касается данных для файла справочных сведений о регионах, которые должны быть рассчитаны на основе карт. По этой причине будет испрашиваться помощь национальных организаций в деле сбора данных по их странам.

Главной задачей на 1980 и 1981 годы будет сбор данных. Он будет осуществляться путем рассылки различным национальным организациям бланков для заполнения; путем привлечения на короткие сроки консультантов для кодирования уже имеющихся в МАГАТЭ данных; с помощью имеющихся технических экспертов, работающих на местах в интересах МАГАТЭ, которые будут заполнять бланки данных по вопросам их работы; возможно, будет осуществляться закупка данных. Какие бы средства ни применялись, для кодирования и ввода всех данных необходимы серьезные усилия. В течение 1980 и 1981 годов основным видом использования ИНТУРГЕО будет накопление и поиск данных. В 1982 году, вероятно, станет возможным полное использование этой системы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТУРГЕО

После ввода большинства данных ИНТУРГЕО могла бы стать доступной для всех государств-членов, вначале с помощью линий электросвязи непосредственно с ЭВМ Агентства. В будущем представляется более целесообразным иметь копии базы данных на каждом континенте, что облегчит доступ государствам-членам. Машинный язык, используемый для запроса базы данных, подобен упрощенному английскому языку и разработан для неспециалистов.

При использовании в качестве системы хранения информации ИНТУРГЕО будет функционировать и в области образования. Она смогла бы служить "экспертом" по ресурсам урана, имеющим совершенную память, так что неопытный геолог мог бы использовать базу данных в качестве "инструктора" для ответа на свои вопросы относительно геологии, разведки или добычи урана. Система будет выдавать полные, хорошо классифицированные комплексы исторических примеров и таблицы по строго определенной форме в качестве стандартных выходных данных, пригодных для включения в отчеты. Имеется надежда, что содержание базы данных будет периодически публиковаться в качестве еще одного средства распространения информации.

ИНТУРГЕО будет также использоваться для оценки ресурсов. Оценка ресурсов обычно основывалась на мнениях экспертов, которые изучали геологические данные по заданному району и оценивали его урановый потенциал. Точность оценки зависит, разумеется, от количества и качества имеющихся данных (т.е. от того, какой объем изысканий урана был проведен и насколько хорошо определена геология). Однако вследствие субъективной природы такого процесса оценки различных экспертов могут значительно варьироваться. В помощь процедуре оценки ИНТУРГЕО будет проводиться отбор геологической информации по определенному региону, которую можно будет использовать непосредственно. Данные могут также анализироваться машинными методами, которые разрабатывают геологи-математики, в целях исключения субъективного фактора из оценки ресурсов. С помощью этих математических методов производится численное сравнение характеристик интересующего региона с характеристиками областей, обладающих известными ресурсами урана. Эти методы наиболее подходят для ЭВМ, так как требуют большого количества данных и объема их обработки. Хотя в этом случае результаты намного объективнее, чем оценка, основанная исключительно на мнении индивидуума, их качество, разумеется, зависит от качества входных данных, а успех зависит от уровня знаний человека, использующего этот метод для оценки результатов. Иными словами, ЭВМ не

дает ответа на все вопросы, а служит лишь в качестве сложного инструмента для обработки огромного объема информации, необходимой для разумной оценки ресурсов.

В приведенном выше описании содержания ИНТУРГЕО были использованы примеры для демонстрации типов хранящейся информации и важности ее регистрации. Самый непосредственный выигрыш от построения компьютерных файлов заключается в возможности использования их для ответа на вопросы, которые прежде требовали длительного сбора данных. Например, для недавно проведенной Международной оценки ядерного топливного цикла потребовалась информация о национальном законодательстве по урану и политике в области освоения урановых запасов. Это потребовало недели для получения и сбора этой информации по каждой стране из различных документов. Если бы все эти данные были закодированы в файле международных суммарных сведений, это потребовало бы лишь несколько минут.

Использование ИНТУРГЕО также способствовало бы деятельности МАГАТЭ по оказанию технической помощи. Например, файл изыскательской деятельности мог бы использоваться для проверки результатов изысканий, выполненных в интересующихся странах, и для обобщения данных об изыскательской деятельности в указанном регионе. Это бы помогло выявить области, которые не исследованы или нуждаются в дальнейшем исследовании.

В заключение следует указать, что ИНТУРГЕО позволит мгновенно отыскивать специфические данные и комбинировать данные по ресурсам урана тысячами различных способов. Различные национальные и международные организации, озабоченные вопросами обеспечения в будущем всего мира соответствующими ресурсами урана, оценили преимущества ИНТУРГЕО. От них была получена определенная денежная помощь, которая потребуется и в дальнейшем, равно как и помощь людскими ресурсами. Результатом этих международных усилий будет создание наиболее полной, современной информационной системы по мировым ресурсам урана.

Библиография

- [1] OECD/IAEA (1977) Uranium Resources, Production and Demand, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris (December 1977).