

Разведка на уран в развивающихся странах — факты и тенденции

Пауло М. С. Барретто

РАЗВЕДКА НА УРАН В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

Интерес развивающихся стран к разведке на уран заметно возрос с 1973 года, о чем свидетельствует растущее число запросов, присылаемых МАГАТЭ государствами-членами, относительно помощи в этой области. Хотя этот растущий интерес может быть объяснен многими причинами, наиболее важными из них являются стремление этих стран к самостоятельности в области энергии, растущая цена на нефть и значительное повышение рыночной цены на уран. В ответ на эти запросы МАГАТЭ было вынуждено расширить поддержку деятельности, связанной с разведкой, используя для этого программу технической помощи Агентства. Рис. 1 и 2 показывают рост деятельности в области разведки урана за период с 1971 по 1978 год. В течение 1978 года 28 государств-членов воспользовались такой помощью в форме i) предоставленных правительствам консультационных услуг по вопросам разведки, добычи, законодательных положений, планирования программ и связанных с ними проблем, ii) экспертных услуг и оборудования и iii) обучения национального персонала на рабочих местах и путем предоставления стипендий.

В настоящее время при поддержке программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) в Чили, Колумбии, Перу, Чаде и Мадагаскаре осуществляются крупномасштабные проекты, в то время как Бангладеш, Индии и Лесото оказывается поддержка в осуществлении меньших программ по разведке. Кроме того, в настоящее время правительствами рассматривается или находится на стадии переговоров по крайней мере шесть крупных проектов ПРООН; ожидается, что вскоре будет начато осуществление проекта в Югославии.

В рамках регулярной программы технической помощи Агентства оказывается поддержка в осуществлении проектов разведки на уран в Бангладеш, Боливии, Бразилии, Чили, Эквадоре, Индонезии, Ливии, Мадагаскаре, Малайзии, Мали, Марокко, Пакистане, Перу, Португалии, Корейской Республике, Шри Ланке, Таиланде, Тунисе, Уругвае и Замбии.

Рост деятельности со стороны МАГАТЭ по оказанию помощи в области разведки на уран в развивающихся странах ясно виден из рисунка 3, который показывает

Г-н Барретто является членом Секции ядерных материалов и топливного цикла, Отдел ядерной энергетики и реакторов, МАГАТЭ.

ДОЛЛАРЫ

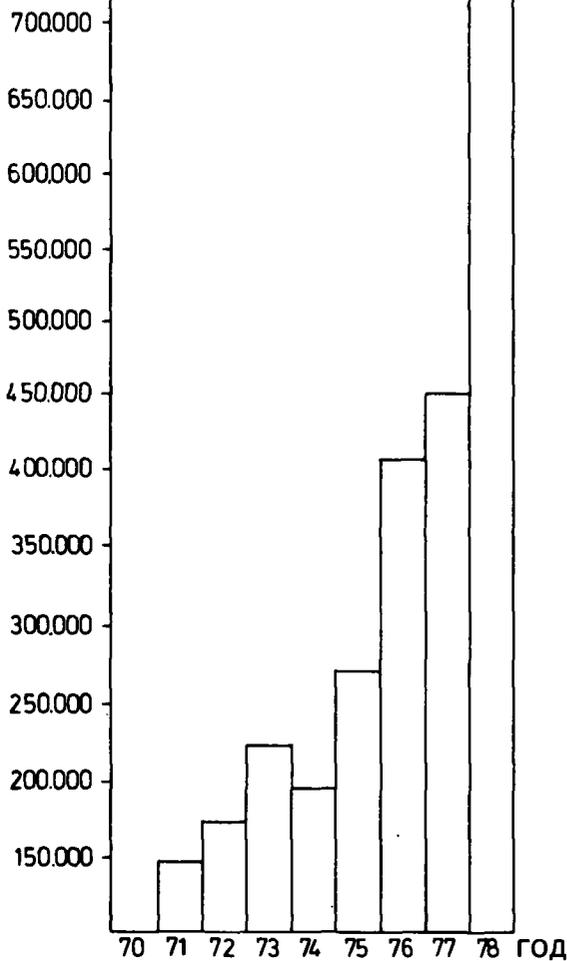


Рис. 1.
Осуществление проектов
в области ядерного
сырья (Регулярная
программа МАГАТЭ).

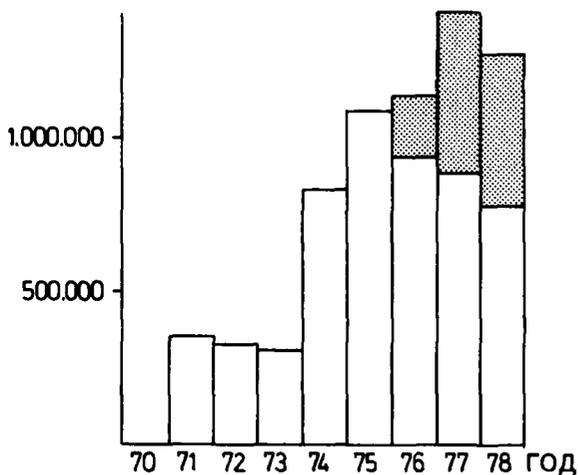


Рис. 2.
Крупномасштабные проекты
МАГАТЭ и (или) ПРООН.

ОЖИДАЕМЫЕ
РЕАЛЬНО
ОСУЩЕСТВЛЕННЫЕ

ежегодные затраты на помощь, связанную с разведкой на уран, предоставленную ПРООН и МАГАТЭ в рамках регулярной программы.

Эти рисунки весьма существенны. Они ясно показывают тенденцию непрерывного роста на протяжении последних пяти лет. Исходя из этой тенденции плюс из существования мощных мотивов, стимулирующих разведку, таких, как стремительный рост цен на уран и потребность большинства промышленно развитых стран иметь гарантированные запасы, ожидается, что в ближайшем будущем число запросов на техническую помощь в области разведки и производства урана будет продолжать возрастать.

ЗАПАСЫ УРАНА В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

Хотя известные на сегодняшний день запасы урана в развивающихся странах представляют лишь небольшую процентную часть мировых запасов, очевидно, что в этих странах находится значительная часть еще не разведанных запасов. Начиная с 1975 года процентная часть урановых запасов в развивающихся странах возрастет по отношению к известным общим запасам. В этом отношении следует отметить, что разведка на уран является долгим делом, и от начала разведки до открытия запасов проходит значительное время. Большинство развивающихся стран не занималось разведкой урана десятилетие тому назад, и обнаруживаемые в настоящее время в этих районах залежи являются результатом систематических, хотя и маломасштабных программ разведки, проводимых в некоторых странах в течение долгого времени.

Исключая страны с весьма незначительной территорией, такие, как Гонконг, Ливан и океанические острова, приблизительно 60% развивающихся стран осуществляют в настоящее время в той или иной форме разведку на уран. Степень участия в этой деятельности, с точки зрения привлечения людских и финансовых ресурсов, не везде одинакова, точно так же, как мотивы разведки. Оценка деятельности по разведке в таких странах является, конечно, проблематичной ввиду многих действующих факторов и вследствие ежегодных флуктуаций средств, выделяемых на эту деятельность. Приведенная ниже таблица 1 иллюстрирует попытку классифицировать деятельность, осуществленную развивающимися странами до декабря 1978 года. Для облегчения анализа были использованы лишь пять уровней относительного участия в этой деятельности. Основными принимаемыми во внимание параметрами являются i) финансовые вложения в разведку, сделанные правительством и (или) частным сектором (включая частных и иностранных инвесторов), ii) количество профессионального персонала, занятого разведкой (включая правительственные научно-исследовательские центры и университеты) и iii) интенсивности и (или) непрерывности разведки на протяжении пяти последних лет.

Среди стран, перечисленных в таблице 1, есть несколько стран с известными запасами урана от 1000 до 5000 тонн. Однако шесть из них сообщили о наличии запасов (достаточно подтвержденных запасов), равных или превышающих 20000 тонн урана в категории стоимости 80 долл. США за килограмм. Эти страны перечислены в следующей ниже таблице 2, а залежи и наиболее важные месторождения урана в развивающихся странах показаны на рис. 4 и 5.

COUNTRY	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
AFGHANISTAN															
ARGENTINA		EE		EE				OP							
BANGLADESH															
BOLIVIA									PR		PR		PR		
BRAZIL		PR	PR	OP	OP								OP		
BURMA		PR	PR			M									
CAMEROON												PR		OP	
CHAD															
CHILE													PR		
COLOMBIA												DA	DA		PR
ECUADOR									PR						
EGYPT		PR		PR		PR		EE	EE				PR		
ETHIOPIA												UT			
GHANA															
GREECE									AM		PR				
GUATEMALA												EE			
INDIA															
INDONESIA		PR		PR		OA									
IRAN		OA		PR											
IRAQ															PR
KENYA															
KOREA, REP. OF		PR													P
LIBYA												AM			
MADAGASCAR															
MEXICO			OP	PR	PR	PR							OP	OA	PR
MOROCCO		AM	OA	OA				OA					EE	PR	
NICARAGUA															
NIGERIA														UT	
PAKISTAN													PR		
PARAGUAY															
PERU													PR	PR	PR
PHILIPPINES							EE								
PORTUGAL															
SAUDI ARABIA								PR							
SOMALI															
SRI LANKA			PR												
SUDAN				OA											
THAILAND		OA	PR												
TUNISIA						OA	OP	OA	PR			PR			
TURKEY				EE			OP							PR	PR
UGANDA															
URUGUAY								PR							
VENEZUELA															
YUGOSLAVIA										OA					
ZAMBIA															
EXPERTS ON DUTY EACH YEAR	1	12	13	11	8	9	9	6	8	3	3	6	18	17	17

Рис. 3. Виды предоставленной помощи: 1958-1979 годы (Регулярная программа)

1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	N° EXP	VALUE OF EQUIP- MENT SUPPLIED US \$	LEGEND
				PR						1	3 800	■ = ПРОЕКТЫ ПРООН
				SC						6	84 800	▬ = МИССИИ С УЧАСТИЕМ ОДНОГО ЭКСПЕРТА
							PR	OP PR	*	4	68 800	▨ = СУБ-КОНТРАКТЫ (S/C)
	PR			PR				PR	*	6	112 900	AM = КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ МИССИИ ОБЩЕГО ХАРАКТЕРА
	OP			EE		EE	EE	EE		6	43 700	EE = РАЗВЕДКА И ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ
	PR			DR	C	C				4	58 500	IE = ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ
										1		M = МИНЕРАЛОГИЯ
	PR			AM					*	9	325 200	OA = АНАЛИЗ РУДЫ
	OA	OA		PR				AM	*	6	56 800	OP = ОБРАБОТКА РУДЫ
								PR	IE	2	33 400	PR = РАЗВЕДКА
	PR			PR				PR		8	128 600	DR = БУРЕНИЕ
UT					HC					2	6 400	UT = УНИВЕРСИТЕТСКОЕ ОБУЧЕНИЕ
					PR					1	9 800	C = КОНСУЛЬТАНТ
										9	166 700	*
										1		
											9 800	
						PR	PR	PR	*	5	72 600	
										2		
				PR						1		
										*	200	
				PR						2	9 400	
										*	7 700	
AM										3	34 200	
							PR	HC	DR	*		
	OP	OA	PR	C		OP	HC	OP		13	40 600	
	EE	PR								7	78 500	
										1		
										1	4 200	
	PR									9	634 500	
											23 500	
PR	PR	PR	PR	PR	PR	C	PR	HC		11	34 400	
										5	93 700	
										1		
										1		
										1		
										2	27 700	
										1	6 200	
										3	24 700	
										5	14 800	
										8	263 600	
										1	29 900	
										4	67 400	
										2		
										1	22 100	
										3	41 900	
6	18	17	17	23	33	28	33	29		162	2 668 400	

ПРООН и МАГАТЭ).

Таблица 1. Участие развивающихся стран в разведке и производстве урана (исключая страны с централизованным планированием экономики) по состоянию на декабрь 1978 года

**I. БОЛЬШОЙ ОБЪЕМ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Алжир
Аргентина
Бразилия
Габон
Индия
Иран
Нигер

**II. ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Боливия
Центральноафриканская Империя
Чили
Колумбия
Пакистан
Югославия
Замбия

**III. СРЕДНИЙ ОБЪЕМ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Египет
Индонезия
Корейская Республика
Ливия
Мали
Мексика
Марокко
Нигерия
Парагвай
Перу
Филиппины
Португалия
Саудовская Аравия
Турция
Уругвай
Венесуэла

**IV. НЕБОЛЬШОЙ ОБЪЕМ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Афганистан
Бангладеш
Чад
Камерун
Эквадор
Эфиопия
Гана
Греция
Берег Слоновой Кости
Кения
Малайзия
Шри Ланка
Судан
Танзания
Таиланд
Тунис
Уганда

V. НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бирма
Конго
Коста-Рика
Демократическая Кампучия
Доминиканская Республика
Сальвадор
Гватемала
Гаити
Ирак

Ямайка
Иордания
Ливан
Никарагуа
Панама
Сенегал
Сьерра-Леоне
Сирия
Объединенные Арабские Эмираты

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

Большинство развивающихся стран расположено в тропической зоне, в то время как методы разведки на уран, которые широко используются в настоящее время, были разработаны в промышленно развитых странах северного полушария. Поскольку в тропических районах эрозионные процессы и процессы на поверхности земли существенно различаются, не всегда возможно или желательно использовать те же самые методы и (или) процедуры, что были разработаны для более умеренных зон. Таким образом, необходимы исследования и разработки в отношении методов и оборудования, пригодных для использования в условиях пустынь и лесов с тропическими ливнями. Например, в настоящее время проводятся исследования, направленные на определение оптимальных процедур радиометрических съемок в зонах с плотным почвенным слоем и густой растительностью, на разработку соответствующих геохимических процедур для таких местностей и на испытание методов извлечения урана из тугоплавких минералов, которые распространены во многих развивающихся странах. В настоящее время создаются средства калибровки для поверхностного, подповерхностного и воздушного радиометрического оборудования, на которое существует повсеместный спрос.

ПОДГОТОВКА РАБОЧЕЙ СИЛЫ

Одним из лучших способов оценки интереса государств-членов к области развития урановых ресурсов является анализ их запросов на обучение. Здесь вновь цифры показывают, что интерес возрастает (см. рис. 6). Следует отметить, что, в дополнение к программе стипендий, Агентство регулярно организует учебные курсы; проявленный к ним интерес оказался настолько большим, что пришлось отказать приблизительно 50% официально назначенных участников.

Предусматривается продолжать организовывать такие учебные курсы в будущем, поскольку много стран выразили желание проводить их у себя. Следующий региональный курс по методам урановой разведки запланирован на май-июнь 1980 года в Боливии.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА

Многие развивающиеся страны еще не приняли официального решения на национальном уровне относительно разведки, добычи и производства урана, даже несмотря на то, что программы разведки уже осуществляются. Без соответствующей политики и законодательства, определяющих ответственность национальных служб и регулирующих участие частной (национальной или иностранной) промышленности, могут быть достигнуты лишь незначительные успехи.

Недавно МАГАТЭ выполнило обзор политики 50 развивающихся стран в отношении урановой горнодобывающей промышленности и стимулирования разведки или производства, если такое существует. Этот обзор показал, что четверть этих стран не ведут урановой разведки, и поэтому не рассматривали вопрос о формулировании политики и разработки законодательства в отношении разведки и производства урана. Одна треть выразила заинтересованность в уране, хотя разработка законодательных мер и разведка осуществлялась до сих пор лишь правительст-

Таблица 2. Запасы урана в отдельных развивающихся странах*

Страна	Достаточно обоснованные запасы (в тоннах урана)	Оценка дополнительных запасов (в тоннах урана)
Алжир	28000	50000
Аргентина	23000	4000
Бразилия ¹	62000	58000
Габон	20000	5000
Индия	30000	24000
Нигер	160000	53000

* Запасы, производство и потребность в уране, АЯЭ/МАГАТЭ, декабрь 1977 года.

¹ Скорректировано по состоянию на декабрь 1978 года.

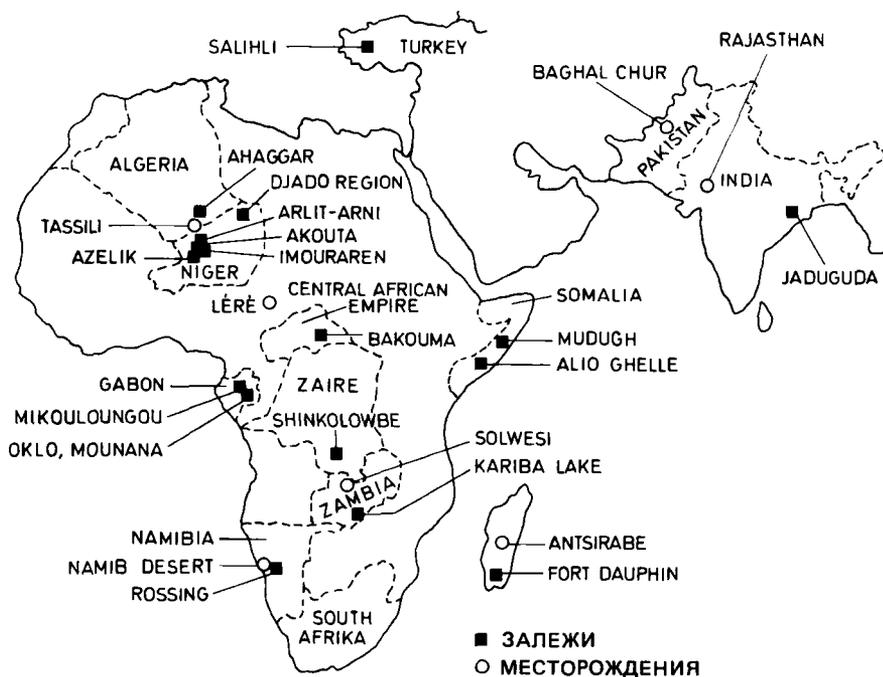


Рис. 4. Урановые залежи и основные месторождения в Африке и на Ближнем Востоке (исключая оруденения, связанные с фосфатами).



вом. В остальных странах действуют законодательства, допускающие соглашения и совместные предприятия с частным сектором, национальным или иностранным.

В отношении стимулирования правительством разведки и производства выяснилось, что половина анализируемых стран в настоящее время не поощряет разведку — они не субсидируют значительную государственную деятельность и не допускают участие частного сектора. Одна треть стран допускает или могла бы допустить иностранные капиталовложения, но не поощряет активно такую деятельность (в некоторых из этих стран правительственные организации осуществляют весьма значительные программы по разведке). Остальные страны имеют законодательные механизмы и способствуют участию частных групп.

Как показал обзор, существует большое число развивающихся стран, которые, возможно, должны рассмотреть формулирование национальной политики в отношении урановой промышленности. Предполагается, что в МАГАТЭ поступят запросы о предоставлении консультаций, как это делалось в прошлом.

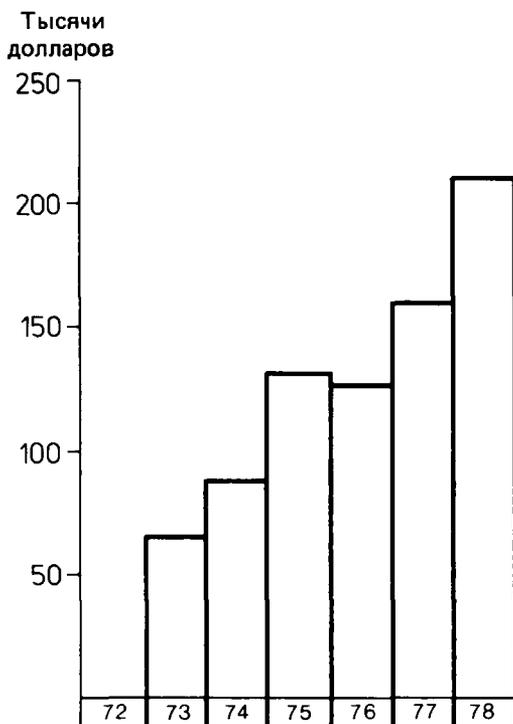


Рис. 6. Обучение, предоставляемое Агентством в области разведки-производства урана (1973-1978 годы).

ФАКТОРЫ, СДЕРЖИВАЮЩИЕ РАЗВЕДКУ

Изучая существующие альтернативы оценки и развития национальных урановых ресурсов, некоторые развивающиеся страны не уделяют достаточного внимания трудностям или сдерживающим факторам в стране, таким, как трудности доступа, недостаток рабочей силы или законодательные ограничения, которые приведут к тому, что даже наиболее энергичные усилия будут неэффективными. Наиболее общими проблемами в этом отношении являются следующие:

География. Это важное соображение, касающееся многих стран. Хотя пустынные условия явно налагают ограничения на разведку и развитие, эти трудности могут быть преодолены; примерами достигнутых в таких условиях успехов являются месторождения в Арлите, Акуте и Азелите в Нигере. Разведка в равной мере затруднена в условиях джунглей и тропических ливней в лесах; однако она осуществима, и примером тому является месторождение в Бакуме в Центрально-африканской Империи. Необходимо помнить о том, что затраты на разведку в

труднодоступных районах превышают в несколько раз аналогичные затраты в районах с нормальным доступом и районах, в которых легко применяются стандартные методы. Сроки проведения работ также значительно затягиваются.

Рабочая сила. Нехватка необходимого количества соответствующим образом обученного персонала является серьезным препятствием для успешной разведки, поскольку для создания компетентных организаций, занимающихся разведкой, требуется много лет. Невозможно также сразу создать такой обслуживающий персонал, как химики, инженеры по электронике и математике, а также юристы, специализирующиеся в горном законодательстве.

Использование земель. Споры относительно юрисдикции и использования земель в областях, где сделаны открытия, могут также задержать осуществление хорошо спланированных программ разведки и производства.

Законодательство. Отсутствие законов или существование законодательства, которое недостаточно специфично или определено в отношении капиталовложений в разработку ядерных сырьевых материалов, по-видимому, является единственным наиболее серьезным ограничением для использования в будущем урановых ресурсов в развивающихся странах.

СТРАТЕГИЯ УСПЕШНОЙ РАЗВЕДКИ

Поиски урана, хотя они и похожи во многих отношениях на разведку других редких металлов в земной коре, отличаются тем, что этот элемент обладает естественной радиоактивностью. Используя эту характеристику, геологи разработали методы для измерения испускаемого гамма-излучения и (или) продуктов распада урана в качестве указателей урановых залежей. Таким образом, при разведке на этот элемент выполняются широкие воздушные или наземные радиометрические съемки с использованием чувствительных приборов, в результате чего можно оконтурить районы с радиоактивностью, превышающей нормальную. Поскольку механизм перемещения и осаждения урана в основном понятен, геолог-разведчик в состоянии указать типы геологической обстановки, в которых вероятно обнаружение концентрации этого элемента. Широко используются геохимические и геофизические методы разведки с целью обнаружения различных количеств урана и дочерних продуктов, концентрация которых составляет миллионные доли, в скальных породах, в грунтах, природном газе, в речных отложениях и в воде. Указанные методы разведки и их геологическая интерпретации служат в качестве указателей и выявления концентраций элемента и в сочетании с бурением необходимы для успешной рентабельной разведки.

Была разработана и доказала свою эффективность общая стратегия, в рамках которой координируются и логическим, систематическим образом применяются отдельные методы разведки, описанные выше. Опыт показал, что в дополнение к достаточным финансовым и людским ресурсам такой подход необходим для обеспечения того, чтобы вложенные средства дали надежные, если не экономически выгодные, результаты. Этой последовательности действий при проведении разведки дано название "поэтапная разведка", и ее с успехом используют геологораз-

ведочные группы во всем мире. Цель этой стратегии состоит в оценке уранового потенциала обширных областей путем изучения и отсева районов, в которых, как показывают различные методы разведки, не удовлетворяются критерии накопления урана. Иными словами, центр деятельности по разведке постепенно сосредотачивается на области, в которой существует наибольшая вероятность урановых месторождений. Этапы разведки таковы: i) планирование; ii) определение области; iii) изыскание; iv) пробная выемка; v) подробная разведка и (или) разработка.

При разведке на уран первостепенную важность имеет координирование многих существенных видов деятельности. Данные должны получаться систематическим и последовательным образом, исключая пропуск отдельных этапов разведки в стремлении получить немедленные результаты. Подобные "срезки" означают больше, чем расточительство ценных ресурсов и излишнее удлинение программы разведки с неопределенными результатами. Усилия "оправдываются" лишь на заключительном этапе, после того, как были успешно завершены все предварительные этапы, когда исключены не представляющие интереса области и разумно интерпретированы все данные с последующей окончательной оценкой области и возможной идентификацией рудного месторождения. Поскольку этот подход предусматривает значительные капиталовложения, высокий уровень технических знаний, обширный опыт и значительное время, развивающиеся страны лишь в редких случаях оказываются в состоянии осуществить эффективные программы разведки на уран без руководства.