



АРМЗ  
РОСАТОМ



ВНИПИ  
ПРОМТЕХНОЛОГИИ  
РОСАТОМ

# Проектное и технологическое обеспечение освоения урановых месторождений Советского Союза и стран Восточной Европы

Д. г.-м. н. Алексей Владимирович Тарханов

Д. г.-м. н. Евгений Николаевич Камнев

Ведущий научный сотрудник Елена Павловна Бугриева

Москва 2023



- 27 ноября 1942** – Постановление ГКО «О добыче урана».
- 12 апреля 1943** – Создание лаборатории № 2 под руководством Курчатова – начало Атомного проекта.
- Август 1943** – Создание в ВИМСе сектора № 6, начальник М.И. Альтгаузен, научный руководитель Д.И. Щербаков. Созданы урановые отделы в ИГЕМ РАН, ВСЕГЕИ, ГЕОХИ, РИАН и др. Созданы спецкафедры в ВУЗах.
- 16 мая 1944** – «Оперативное бюро» в составе ГКО. Л.П. Берии поручено руководство всеми Наркоматами ОП. Организован «Специальный комитет» (1945) – руководство всеми работами по использованию внутренней энергии U, проведение закордонной разведки.
- 8 декабря 1944** – Создание НИИ-9 (Институт неорганических материалов). З.В. Ершова – чистый U.
- 15 мая 1945** – Первый урановый Комбинат № 6 для отработки месторождений Табошар, Адрасман, Уйгурсай, Майлису, Тюямуюн.
- 16 октября 1945** – Первое главное геологоразведочное управление при Министерстве геологии (ПГГРУ).
- 14 августа 1947** – «Приднепровский химический завод» г. Днепродзержинск. Переработка U руд С. Криворожья.
- 17 апреля 1951** – Постановление правительства СССР о создании на одной площадке НИИ-10 (ВНИИХТ) и ГСПИ-14 (ВНИПИпромтехнологии). ВНИИХТ – оценка глубоких горизонтов, минералоготехнологическое картирование, разработка технологии обогащения и переработки U руд, подготовка исходных данных. ВНИПИпромтехнологии – проектирование уранодобывающих комбинатов, совершенствование процесса добычи, автоматизация рудников, составление ТЭО кондиций, защита персонала, вентиляция, проектирование установок для обогащения и извлечения урана.
- 26 июня 1953** – Указом Президиума Верховного Совета СССР создано Министерство среднего машиностроения (министр – В.А. Малышев, с 1957 г. – Е.П. Славский, начальник ПГУ – Б.Н. Карпов).



## Чаткало-Кураминская урановая провинция



- 1 ● 2 Месторождения урана: 1 - запасы урана менее 1 500 т; 2 - запасы урана более 3 000 т;
- 3 ★ 4 3 - первые урановые месторождения и уранодобывающие предприятия комбината № 6 к июлю 1946 г.
- 4 - Комбинат № 6 НКВД СССР, с 1967 г. - Ленинабадский горно-химический комбинат.

1945 – реконструкция завода для извлечения урана. К началу 1950-х завод многократно перестраивался, был построен крупный ГМЗ в г. Чкаловске. Внедрена современная технология извлечения урана. Извлечение достигло 80 %.

**Школа ГРР.** Привлечены ученые из Москвы и Ленинграда. На стыке трех республик в обрамлении Ферганской долины и Приташкентского района. Прогнозные работы проводил ВСЕГЕИ (Е.Д. Карпова). А.Л. Якубовичем созданы полевые радиометры и аппаратура для аэросъемок. К 1950 пешеходной съемкой покрыто 39 тыс. км<sup>2</sup>, аэросъемкой – 305 тыс. км<sup>2</sup>. Научная база ИГЕМ АН (Щербаков, Сауков, Вольфсон) – изучение месторождений. Выявление ореолов урана и попутных компонентов (ВИРГ, ВИМС, ВНИИХТ).

### Результат к 1953 г.

Открыто 6 месторождений, оформлена Чаткало-Кураминская урановая провинция с запасами 13400 т U. Добыто 400 т урана. Подготовлены квалифицированные кадры, нашедшие применение на всех будущих комбинатах. В Чкаловске создан Политехникум для подготовки горняков, геологов и технологов.

**Добыча урана** – 5 месторождений. Мелкие (общие запасы U 3480 т), бедные, недоразведанные. Табошар (2000 т, 0,12 %). Без автоматизации и защиты персонала. Бурение всухую, погрузка руды в вагонетки лопатами. Откат вагонеток вручную, без рельсов, конная тяга. Доставка руды на завод – телегами и ишаками. Персонал ссыльный (ПФЛ).

В 1945 г. добыто 7 т, в 1946 г. – 20 т. После реконструкции рудников в 1953 г. добыто 400 т урана.

**Технология** допотопная. Руда измельчалась всухую, вручную загружалась в реакторы. Обработывалась содой при t 70-80°C. Отстаивалась в бетонных ямах. В сутки обрабатывалось 10-15 т руды. Извлечение 35-40 %.

1936 – завод Главредмета – извлечение радия.

1941 – эвакуирован завод из Ташкента с цехом ГМ выщелачивания.



# Уран для первых атомных бомб (1945-1949)



**План Берии.** 1950 г. – 765 т U для 7 изделий, 1954 г. – 21500 т U для 153 изделий.

**15 мая 1945 г.** – Комиссия под руководством Завенягина направлена в Германию. Привезла бочку урановых солей (100 кг U). Положительно оценила перспективу германских Рудных гор. Решено организовать ГРР.

**25.12.1946** – Курчатов запустил экспериментальный реактор Ф-1, использован немецкий уран.

**Октябрь 1945** – Саксонская рудно-поисковая партия (СРПП) во главе с Семеном Петровичем Александровым. Будущие сотрудники ВНИИХТа – Прибытков, Бесова, Котельников, Жукова.

**1948** – В Союз отправлено 3000 т богатых штуфных руд (содержание U до 60%).

**1947** – Создано СГАО «Висмут». М.М. Мальцев подписал «Акт сдачи-приемки» горнорудных предприятий в собственность СССР в счет репарации Германии. СГАО «Висмут» – 200 тыс. человек, из них 11 тыс. советских специалистов. Эманационная и аэрогаммаспектрометрическая съемка. Выявлено 30 месторождений урана. Нидершлема-Альберода (275 тыс. т U), Роннебургское рудное поле (200 тыс. т U), Шмирхау (74 тыс. т U).

**К 1990** в СССР отправлено 219 тыс. т урана, из них богатой штуфной руды – 70 тыс. т.

**Немецкого урана хватило для выполнения плана Берии и создания к 1950 г. 7 атомных бомб.**

Работы по проектированию новых рудников на месторождениях урановых руд, ГМЗ для переработки урановых руд Роннебургского рудного поля, а также проект расширения и реконструкции ГМЗ в Цвиккау выполнял ВНИПИпромтехнологии.



**9 декабря 1945** – Соглашение правительства СССР с правительствами Болгарии, Чехословакии, Румынии, Венгрии, Польши о совместных поисках, разведке и разработке месторождений радиоактивных руд. Советский Союз финансирует работы и обеспечивает опытными специалистами. Добытый уран отправляется в СССР для изготовления атомного оружия и использования в АЭ.

**1950-1952** – сотни выпускников советских ВУЗов направлены на работу в страны В. Европы и Китая. Многие десятки иностранных студентов направлены в специализированные советские ВУЗы.

**Чехословакия. 1946 г.** Вокруг г. Яхимова в радиусе 20 км построены 10 шахт, создано «Центральное управление рудниками Чехословакии». «Московская скупина» - профессор Арапов. Картирование, выявление новых месторождений: Горний Славков, Задний Ходов, Рожна, Олша, Пршибрам (50 тыс. т U). В Советский Союз отправлено 110 тыс. т U и 7 тыс. т богатой урановой руды, использованные для создания атомного оружия.

Из других стран В. Европы при участии наших специалистов добыто и отправлено в СССР (тыс. т U): Венгрия – 21, Болгария – 16, Румыния – 10, Польша – 0,7.

#### **ВНИПИпромтехнологии:**

**Чехословакия** – техническая помощь в проектировании урановых рудников, в том числе на месторождении Гамр, полигона ПВ на части месторождения, проект ГМЗ.

**Венгрия** – проект ГМЗ, а затем проект его реконструкции.

**Румыния** – проекты ГМЗ в Штее и Трансильвании, обработка месторождений Баица и Натра.

**Болгария** – проектирование горнодобывающих предприятий, проект расширения и реконструкции ГМЗ, проект установки для переработки W-Mo руд

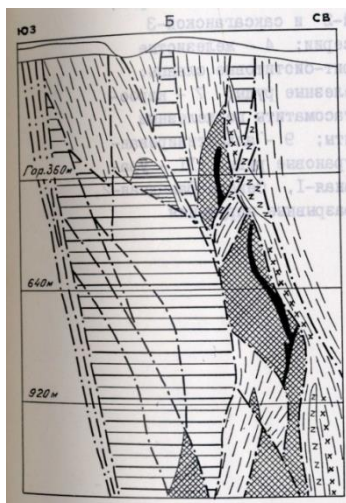


# Поиски «пропавших» типов урановых руд на Первомайском и Желтореченском месторождениях



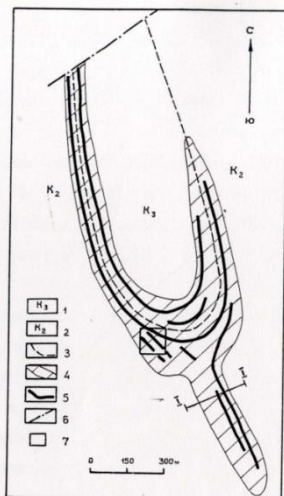
Первомайское – 12 тыс. т, 0,23 %

Разрез

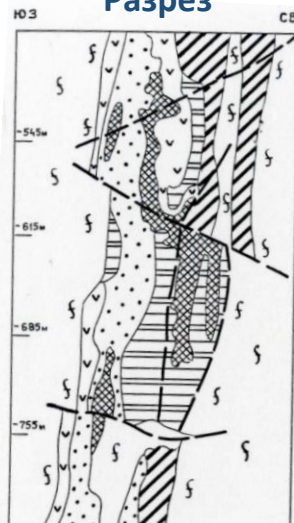


Желтореченское – 19 тыс. т, 0,12 %

План



Разрез



1946-1953 – ВНИПИпромтехнологии

(ГИП Смирнов Александр Николаевич – спроектированы 2 рудника, рудоперерабатывающий завод, комплекс энергетических сооружений, ремонтные заводы, базы стройиндустрии и два крупных города). Автоматизация и реконструкция рудников, электровозный транспорт, бурение с кареток при обильном орошении, скрепера, погрузочные машины, электроосвещение, лепестки, респираторы, вентиляция, бетоно-торкрет, быткомбинат, спецпитание, медпункт, ночной профилакторий.

**1945-1958** – детальное изучение рудных метасоматитов (ВНИИХТ, ГРП). Выявлена зависимость типов урановых руд от состава вмещающих пород. Первомайское месторождение внутри железорудной залежи – один уранинитовый железо-урановый тип, Желтореченское месторождение – разнообразные породы – 4 типа урановых руд.

**1958** – слепые шахты между горизонтами 545-615 м. Вскрыто крупное урановое тело. Запасы урана увеличились вдвое.

**1959** – построен крупный ГМЗ. ВНИИХТ разработал технологию извлечения урана из разных типов руд и подготовил исходные данные. ВНИПИПТ – ТЭО кондиций и проект завода. Совместными работами разработана и внедрена автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП).

**1987-1990** – на Желтореченском месторождении выявлен и разведан новый геолого-промышленный тип U-P3Э-V-Sc руд, во ВНИИХТе и ЦНИЛ ГМЗ разработана технология извлечения Sc.

**1993** – запасы утверждены в ГКЗ Украины. 5 человек (Тарханов) признаны первооткрывателями.

**Производство урана на ВостГОКе достигло 1200 т урана в год.**



# Первое в мире извлечение урана из доменных шлаков



**Март 1948** – первый поезд с железо-урановой рудой отправлен с Первомайского месторождения в Днепродзержинск на «Приднепровский химический завод».

После плавки чугуна был отправлен на производство, а шлаки – в цех выщелачивания, где получен первый природный уран. Возможно, он был использован при изготовлении первых атомных бомб.

**1948-1967** – из железо-урановых руд Первомайского месторождения получено 12 тыс. т урана.

**1980** – домну, зараженную радионуклидами, взорвали. Обломки остались на месте, прикрытые слоем грунта.

**Экологическая катастрофа** – под воздействием радиоактивной пыли, радона, газообразных радионуклидов многие сотрудники завода получили профзаболевания.

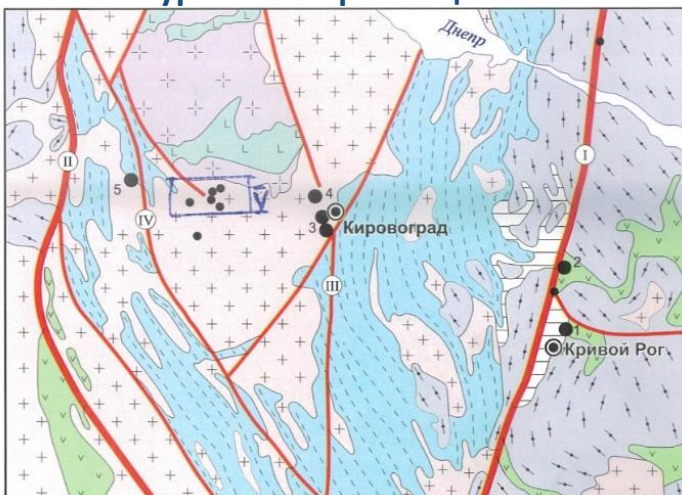
Рыбаки, использующие радиогенный свинец с полонием в качестве грузил, погибли.



# «Золотая» (урановая) лихорадка на Украине



## Центрально-Украинская урановая провинция



Тектоно-метасоматические зоны:

I – Криворожско-Кременчугская, II – Бугско-Мироновская, III – Кировоградская,

IV – Анновско-Звенигородская,

V – Новокопачинский рудный узел;

Месторождения: 1 – Первомайское,

2 – Желтореченское, 3 – Мичуринское,

4 – Северинское, 5 - Ватутинское

**15 эндогенных месторождений с запасами 388 тыс. т урана.**

**11 экзогенных с запасами 14800 т урана.**

**1945-1962** – детальное изучение месторождений С. Криворожья привело к выводу: *Урановая руда образуется при воздействии гидротермальных ураноносных натриево-карбонатных растворов на катаклазированные (проницаемые) породы любого состава в зонах глубинных разломов.*

Альтернативная господствующая точка зрения крупных ученых (Белевцев, Тугаринов, Никольский и др.): *Урановое оруденение неразрывно связано с породами железорудной формации как с источником, так и осадителем урана.*

**1947 -1964** – не найдено ни одного эндогенного месторождения урана при разбуривании многочисленных магнитных аномалий.

**Декабрь 1964** – Черкесская гидрогеологическая партия в поисках питьевой воды бурила скважины на южной окраине Кировограда. Несколько скважин пересекли зоны с высокой радиоактивностью в альбитизированных гнейсах и гранитах. Открыто Мичуринское месторождение.

**1965-1970** – открыто 7 месторождений в Кировоградской ТМЗ. Крупные: Центральное (56 тыс. т), Северинское (52 тыс. т).

**1966** – открыто Ватутинское месторождение

**1970-1980** – в «запрещенных» новоукраинских гранитах открыто 7 месторождений. Самое крупное – Новокопачинское (93 тыс. т).





## Бештау – 2600 т (0,1 %)



**29.07.1950** – Лермонтовское рудоуправление (ЛГХР).

**1950-1975** – отработка ПГ месторождений Бештау и Бык, 200-300 т урана в год.

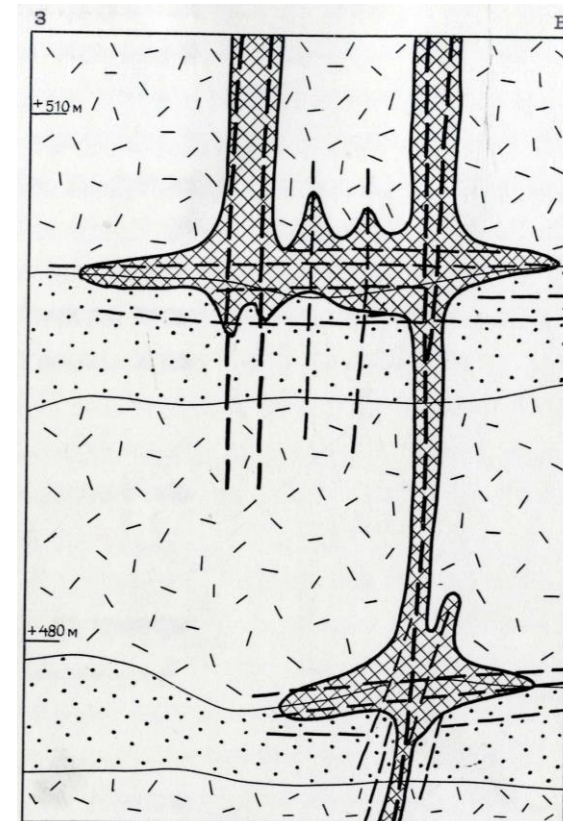
**1954** – ГМЗ – опытное производство по созданию эффективных технологий переработки руд новых месторождений СССР и зарубежных стран.

**1957** – ВНИИХТ (Ласкорин) внедрил сорбционную бесфильтрационную технологию «смола в пульпе» переработки урановых руд на 20 заводах.

**1961** – ВНИИХТ, ВИМС, ЦНИЛ ГМЗ, ВНИПИПТ внедрили впервые в мире горно-химическую технологию извлечения урана из забалансовых руд месторождения Бык.

КВ в штабелях и бетонных наклонных траншеях – получено в 1961-1979 130 т урана.

## Быкогорское – 1540 т (0,016 %)



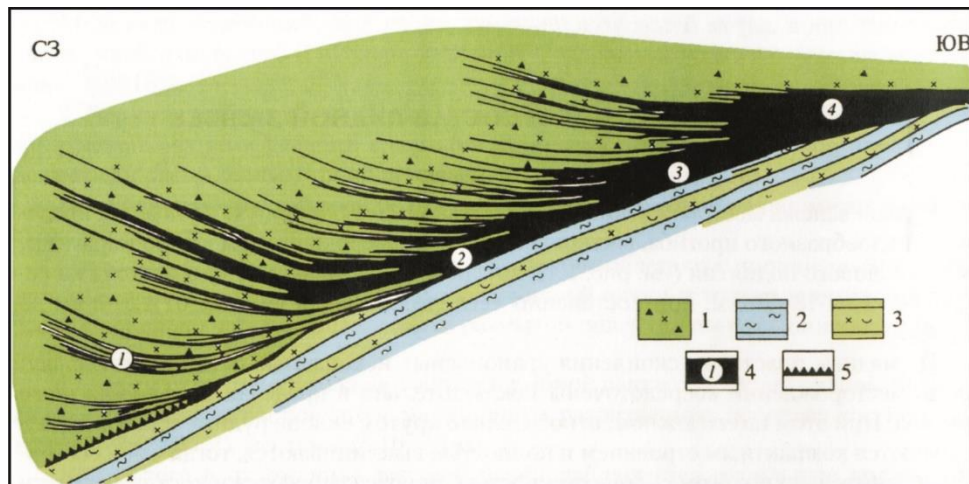
**1963-1979** – выщелачивание из раздробленной замаганизированной руды в блоках (блочное выщелачивание) – 710 т урана. Всего из забалансовых руд получено 840 т урана.

**1967** – на ГМЗ создана ветка получения фосфорных удобрений из апатита Хибин. Разработана технология извлечения Sc из концентратов месторождения Меловое. Получена алюминий-скандиевая лигатура.

**Самое большое достижение ЛГХР и ученых – удалось избежать заражения КМВ.**



## Меловое – 65 тыс. т (0,036 %)



**1953-1956** – на п-ве Мангышлак Кольцовская (ПГГРУ) и Ферганская (ВИМС) экспедиции выявили и разведали месторождение Меловое.

Длина – 18 км, ширина – 1,5 км, средняя мощность 14-ти рудных пластов 0,4-2,5 м.

**Состав руд, %:** детрит ископаемых рыб – 20-25, глина – 45-50, пирит – 20-30, карбонаты Ca и Mg – 1-8.

**Декабрь 1958** – запасы урана утверждены ГКЗ СССР – 65 тыс. т при содержании, %: U – 0,036, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 4, РЗЭ – 0,2 (20% иттриевой группы).

**Январь 1959** – постановление СМ СССР о создании «Прикаспийского горно-химического комбината» (ПГХК).

**1956-1971** – ВНИИХТ, ЦНИЛ ГМЗ, ВНИПИПТ (ГИП Вачнадзе Юрий Николаевич – проектирование карьера и фабрики) разработали, спроектировали и построили уникальную обогатительную фабрику с последующей переработкой концентрата на ГМЗ. В г. Шевченко построена опреснительная установка получения питьевой воды.

**Обогащение** – дезинтеграция в скрубберах противоточного типа, гравитация в тяжелых суспензиях.

Концентрат, %: U – 0,2, РЗЭ – 0,9, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 23, Sc – 0,04.

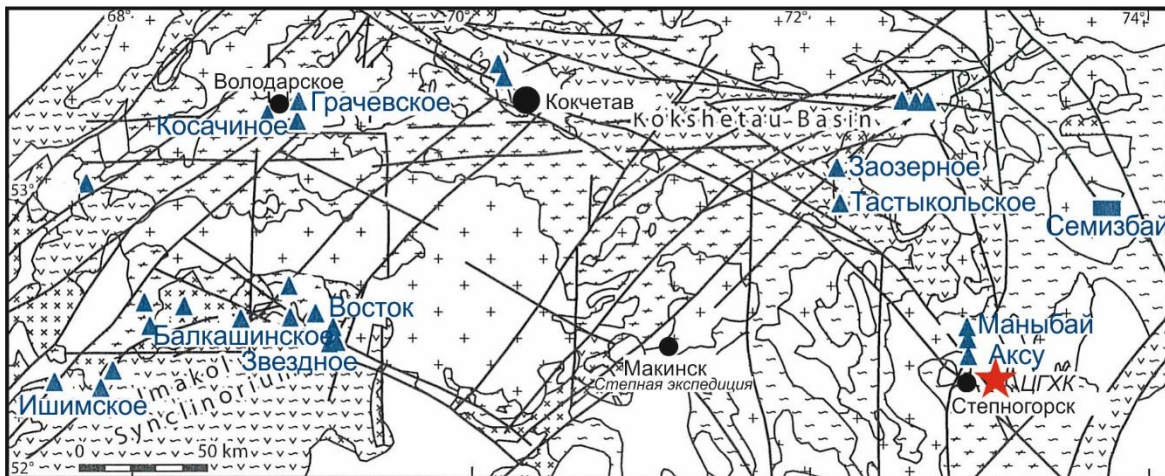
**Переработка концентрата** – сульфидно-серноокислотное выщелачивание с использованием 36 % раствора сульфата аммония с получением фосфатов U, РЗЭ, Sc и фосфорных удобрений.

Концентрат РЗЭ на «Приднепровском химическом заводе» делился на 2 фракции: легкую и средне-тяжелую, которая перерабатывалась на заводе «Полиметаллы» с получением индивидуальных элементов.

**В год выпускалось 1 тыс. т урана и 5 тыс. т РЗЭ.**



## Северо-Казахстанская урановая провинция – 300 тыс. т U



- ▲ Жильно-штокерковые месторождения
- Песчанниковые месторождения
- ★ Целинный горно-химический комбинат

**1946-1954** – разработана методика специализированного картирования с большими объемами пешеходных и авто-аэрометрических работ и картировочного бурения. Заверка радиоактивных аномалий профилями наклонных глубоких (до 300 м) скважин. Степная экспедиция ПГГРУ, ВИМС, ВСЕГЕИ, ВИРГ, ВНИИХТ.

**1954-1965** – открыто и разведано 11 месторождений.

**1973** – Косачинское, Семизбай

**1970** – построен ГМЗ и новый город Степногорск при участии ВНИИХТа и ВНИПИпромтехнологии (ГИП Рассадников Александр Кузьмич – проектирование Целинного горно-химического комбината)

Разработана технология переработки U-Mo руд (Маньбай) и U-P руд (Заозерное, Тастыколь) с получением оксида урана, парамолибдата аммония и фосфорных удобрений.

**Предварительное обогащение** – в гидроциклонах (выделение кислотоёмкого кальцита с повышением качества фосфорного концентрата). ВНИИХТ, ВНИПИпромтехнологии.

При переработке Zr-содержащих урановых руд разработана технология (ВНИИХТ) содового автоклавного выщелачивания.

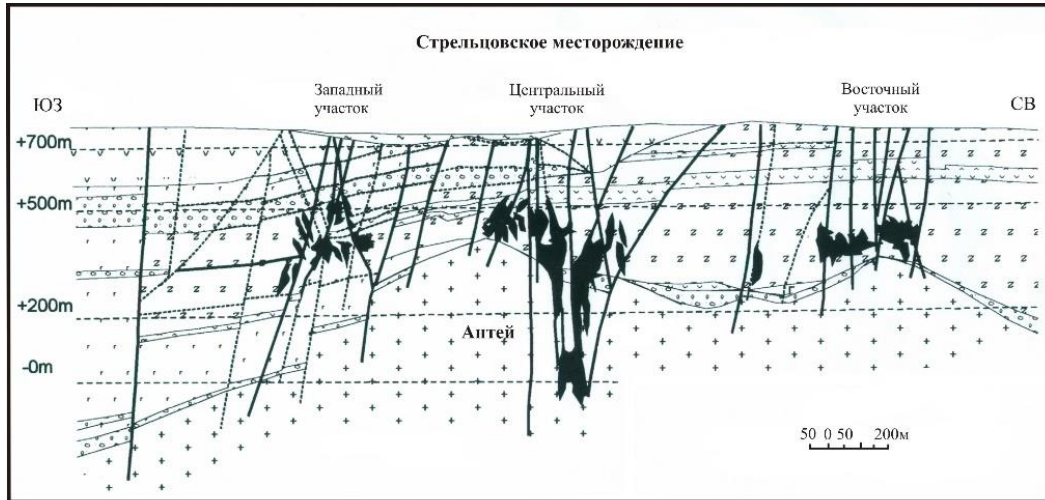
**1984** – впервые в мире разработана технология КВ урана и молибдена из руд месторождения Маньбай.

Извлечение урана способом КВ на месторождениях Восток и Звездное продержалось до 2016 г.

**Из эндогенных руд Казахстана добыто 130 тыс. т урана**



**Стрельцовское – 62 тыс. т, (0,18 %)**  
**Антей – 31 тыс. т, (0,293 %)**



В 1960-х годах ПГГРУ Мингео в тесном взаимодействии с ПГУ Минсредмаша и научными организациями достигли выдающихся успехов в поисках и разведке месторождений урана.

ИГЕМ РАН, ВИМС, ВСЕГЕИ, ГЕОХИ, ВИРГ, ЗабНИИ. Куратором от науки назначен Ф.И. Вольфсон (ИГЕМ РАН).

### Методика поисков и разведки

- крупномасштабное специализированное картирование, пешеходные и аэрорадиометрические работы;
- детальное радиометрическое изучение поверхности (СУПГ, канавы, шурфы, шпуры);
- заверка радиоактивных аномалий глубокими скважинами и горными выработками;
- геофизические исследования в скважинах и горных выработках.

**1963** – ГРП № 324 Сосновской экспедиции

(старший геолог Л.П. Ищукова) скв. № 175 вскрыла крупную залежь урановых руд на глубине 220-270 м.

**1963-1967** – разведано 4 месторождения с запасами 67 тыс. т.

**1964-1979** – выявлено и разведано 14 месторождений с общими запасами 243,8 тыс. т (0,205 %).

**Декабрь 1968** – создан «Приаргунский горно-химический комбинат». ПГУ Средмаша (Н.Б. Карпов) поручило ВНИИХТу (Г.М. Алхазашвили) разработать технологию переработки U-Mo руд. Генеральным проектировщиком назначен ВНИПИПТ (ГИП Кравченко Петр Иванович).

**1976** – запущен ГМЗ с участием ВНИПИПТ (ГИП Хабулиани Акакий Терентьевич) и ВНИИХТ. Максимальное производство в 1986 – 5,5 тыс. т U.

**1970-2017** – добыто 151 тыс. т U. В недрах осталось 90 тыс. т при содержании 0,14 %.

**Залог успешной работы:** высокий спрос на U, компетентное руководство, содружество науки и производства, своевременное финансирование, наличие квалифицированных кадров.



## Запасы U и Au на 01.01.2015

Месторождение	Уран		Золото	
	тыс. т	%	т	г/т
Элькон	40,3	0,178	12,7	0,6
Эльконское плато	62,4	0,154	28,9	0,7
Курунг	54,8	0,159	33,04	1,0
Непроходимое	42,3	0,147	43,2	1,1
Дружное	95,8	0,134	28,8	0,6
Северное	61,5	0,146	0,7	0,7
Всего	357,1	0,151	178,9	0,8

## Запасы U на перспективных участках

Участки	тыс. т	%
Элькон	19,8	0,196
Эльконское плато	17,2	0,174
Курунг	14,0	0,186
Дружное	15,9	0,172
Ц. Северный	67,4	0,180
Итого выше отметки -100 м	91,4	0,182

**1964-1981** – Приленская ГРЭ (начальник Константинов Андрей Михайлович), Алданский район, S= 3000 км<sup>2</sup>, 13 месторождений. Запасы U – 342 тыс. т (0,147 %), Au – 188 т (0,8 г/т).

**2008-2015** – Южная и Северная зоны. Детально разведаны Элькон, Непроходимое, Северное. Прирост запасов – 40 тыс. т.

**2008-2010** – Алдангеология, Русбурмаш, ВНИИХТ – в зоне Северной выявлено золотое месторождение в окисленных рудах. Au – 19 т, 1,1 г/т.

Общие ресурсы в окисленных рудах остальных зон района: Au – 200 т (>1 г/т), U – 30 тыс. т (0,01-0,06 %).

### Рекомендации ВНИИХТ по отработке окисленных руд на Северном участке

- Добыча карьером, на РКС с разделением на урановые и безурановые руды;
- Радиометрическая сепарация урановых руд, концентрат – в отдельный штабель, хвосты и безурановые руды – в другой;
- Безурановые руды, извлечение Au цианированием, ПР – на завод «Селигдар»;
- Урановые руды, последовательное КВ золота и урана, ПР с U – на сорбцию, ПР с Au – на завод «Селигдар». По расчетам ВНИПИПТ – рентабельность извлечения Au и U – 18,8 %. Стоимость U – 30 % от общей стоимости.

### Рекомендации по добыче и переработке первичных руд

1. Выбор перспективных участков для первичной отработки;
2. Трехстадиальная радиометрическая сепарация. БК - 0,7 % U, 1,4 г/т Au, выход 10 %. В БК переходит 40 % U. ТП – 0,15 % U, выход 55 %. Хвосты – выход 35 %.
3. Окислительный обжиг в цементных печах t-600°C, продолжительность 1 час;
4. Из огарков способом КВ последовательно извлекаются Au и U. Извлечение U – 80 %, Au – 90 %.



# Революция в производстве природного урана



**1963-1983** – разработан и внедрен способ СПВ урана. В настоящее время является основным способом добычи (51 % от мировой). СПВ уран добывается в Казахстане – 23,4 тыс. т (39,5 % мирового производства), Узбекистане – 3,5 тыс. т, России – 1,2 тыс. т, Австралии – 1,5 тыс. т, Китае – 1 тыс. т, США – 0,9 тыс. т.

## Все началось с Девладовского месторождения на ВостГОКе

**1955-1957** – открытие и разведка Девладовского месторождения Кировской экспедицией ПГГРУ;

**1959** – главный геолог А.А. Фрайбергер, гидрогеолог А.Б. Тухтарова предложили обрабатывать месторождение способом СПВ;

**1960-1961** – лабораторные исследования в ЦНИЛ ГМЗ (Л.В. Веселова), моделирование во ВНИИХТ (Л.С. Евсеева);

**1962-1963** – натурные испытания на полигоне. ВНИПИПТ (Пименов, Гарбарский, Новик-Качан), ЦНИЛ ГМЗ, ВНИИХТ (Мещерская, Ларкин, Колпаков);

**1963-1967** – промышленная обработка месторождения. Добыто 3,3 тыс. т U при запасах 3 тыс. т – 110 %. (Мамилов, Нестеров, Баташов).

## Внедрение СПВ в провинциях и районах Советского Союза и стран В.Европы

**1963-1975** – Кызылкумская

**1968-1975** – Сырдарьинская

**1976-1983** – Чу-Сарысуйская

**1970-1980** – Чешская меловая плита (Кенигштайн, Гамр, Страж)

**1979-1981** – Зауральская

**1980-1983** – Витимская

Внедрение революционного способа добычи урана (СПВ) удалось благодаря тесному сотрудничеству науки и производства. Выдающуюся роль сыграли: ПГУ Средмаша и ПГГРУ Мингео (Мамилов, Ежов, Губкин, Бровин, Тен, Натальченко, Язиков), ВИМС (Самсонов, Грабовников), ВНИПИпромтехнологии (Кедровский, Пименов, Прозоров, Новик-Качан, Подоляко), ВНИИХТ (Скороваров, Фазлулин, Садыкин, Хабиров, Носов, Луценко, Авдонин и др.).



**1991** – основные задачи «Атомного проекта» выполнены.

Общие запасы урана СССР и стран В. Европы – 2,1 млн т (40 % от мировых запасов)

**1950-1980** – по проектам ВНИПИпромтехнологии были построены и пущены в эксплуатацию восемь крупных уранодобывающих комбинатов (Восточный ГОК, Ленинадский ГХК, Целинный ГХК, Прикаспийский ГХК, Навоийский ГМК, Киргизский ГРК, Забайкальский ГОК, Приаргунский ГХК) и два рудоуправления (Лермонтовское и Малышевское).

**1945-1991** – произведено 570 тыс. т U: СССР – 190, Германия – 219, Чехословакия – 110, Венгрия – 21, Болгария – 16, Румыния – 19, Польша – 0,65.

**1945-1991** – использовано 420 тыс. т U: атомное оружие – 220, ЯЭ – 200.

**1991** – вторичные ресурсы урана – 230 тыс. т: складские запасы разных форм хранения, уран из ОГФУ.

Вторичных ресурсов хватило с 1991 г. до настоящего времени для компенсации дефицита урана (превышение потребностей над производством урана). Россия даже вместе с Казахстаном производит урана меньше, чем требуется для собственной ЯЭ, для ЯЭ стран с реакторами советского (российского) дизайна и экспорта урана. Россия в 2022 поставила в США НОУ 3000 т в природном эквиваленте.

Россия по количеству ядерных зарядов обогнала США только после 1978 г.

Сокращаемые ядерные заряды могут использоваться при разбавлении ВОУ для получения коммерческого урана (НОУ).

## Количество ядерных зарядов

Год	Россия	США
1950	6	370
1955	200	3057
1960	1600	20000
1975	19056	22056
1978	25393	29243



ВНИПИ  
ПРОМТЕХНОЛОГИИ  
РОСАТОМ



АРМЗ  
РОСАТОМ

# Спасибо за внимание

**Тарханов Алексей Владимирович,**  
доктор геолого-минералогических наук

23.05.2023