



РОССИЙСКАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
ДОМ УЧЕНЫХ

*Сколько бы было в мире разлук,  
В этот дом я привикать прихожу!*



92 сезон

ПРЕЧИСТЕНКА  
16  
ЛЕНА

*И.Г. Печенкин*

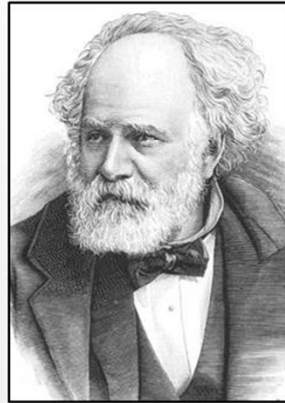
*Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского*

# “ГЕЛИЕВОЕ ДЫХАНИЕ ЗЕМЛИ” – ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТ

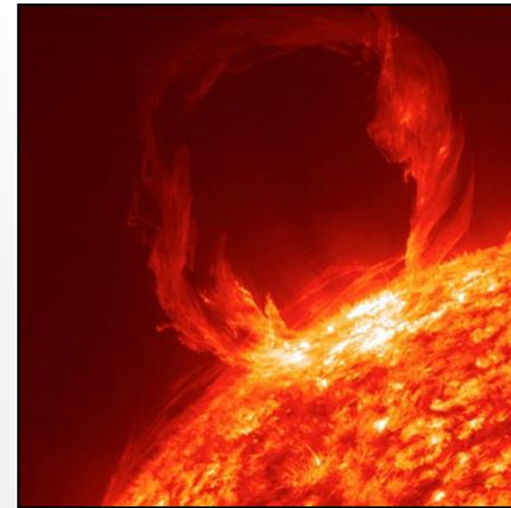
# ГЕЛИЙ - ДИТЯ СОЛНЦА



Джозеф Норман Локьер  
*Joseph Norman Lockyer*  
(1836-1920)



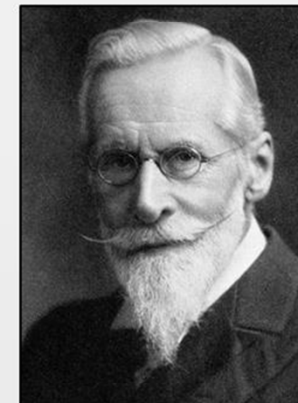
Пьер Жюль Сезар Жансен  
*Pierre Jules César Janssen*  
(1824-1907)



- **18.08.1868** – во время солнечного затмения *Н.Локьер* и *Ж.Жансен*, проведя спектральный анализ солнечных протуберанцев, пришли к выводу, что ярко желтый цвет в спектре – это какой-то новый элемент, образовавшийся в результате солнечных вспышек.
- **1895** – *У. Рамзай* наблюдая спектр излучения газов, выделившихся из клевеита (разновидность уранинита) обнаружил желтую линию гелия.
- **1895** – *У. Крукс* впервые выделил гелий в лабораторных условиях.



Уильям Рамзай  
*Sir William Ramsay*  
(1852-1916)



Уильям Крукс  
*Sir William Crookes*  
(1832-1919)



# ПЕРВЫЕ ШАГИ



Гамильтон Перкинс Кэди  
*Hamilton Perkins Cady*  
(1874–1943)



Дэвид Форд Макфарленд  
*David Ford McFarland*  
(1878–1955)



Бэйли холл

Бэйли холл. 7 декабря 1905 года, Г.П. Кэди и Д.Ф. Макфарленд обнаружили значительное количество гелия в образце природного газа из Декстера (штат Канзас, США).

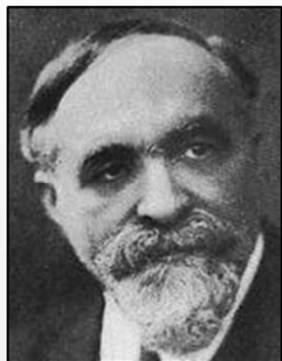


Мид Континент  
(газоносные территории)

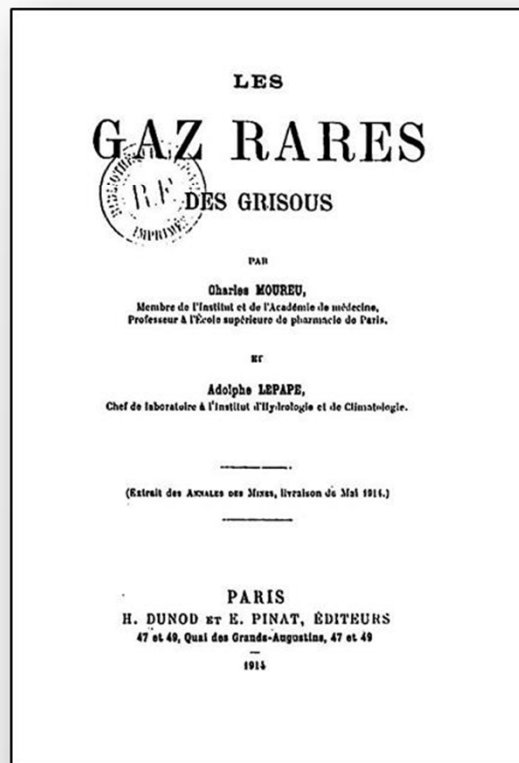


Эрасмус Хейворт  
*Erasmus Haworth*  
(1855-1932)

# ПЕРВЫЙ ГЕЛИЕВЫЙ БУМ

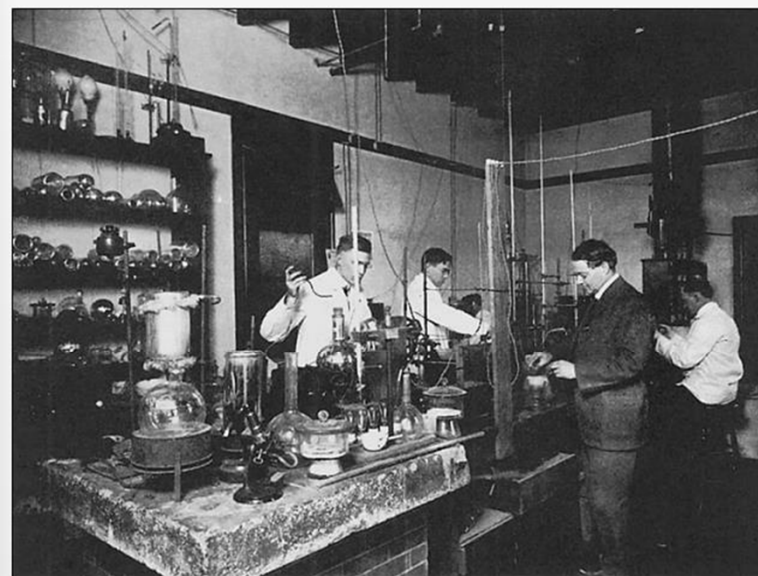


Шарль Мурё  
Charles Moureu  
(1863-1929)



Гелий стал доступен, но почти 10 лет весь его американский запас хранился в трех запаянных стеклянных емкостях покрытых пылью в лаборатории Бэйли холл.

В 1917 г. а США начались широкомасштабные работы по получению гелия в военных целях.



Бейли холл. Лаборатория (1916)  
Преподаватели Маг , К.Сайбел, старший преподаватель П.Фэйрадже (в белых куртках) и профессор Г.Кэди (на переднем плане) в аудитории 113, где изучался гелий.



## «ПОБОЧНЫЙ ЭФФЕКТ»



Хейке Камерлинг-Оннес  
*Heike Kamerlingh Onnes*  
(1853-1926)



Петр Леонидович  
Капица  
(1894-1984)

**1908** - впервые сумел получить жидкий гелий и достичь рекордно низкой на тот момент температуры 0,9 К.

**1911** - впервые наблюдал резкое падение электрического сопротивления ртути при температуре ниже 4,1 К. Это явление получило название сверхпроводимости.

**1912** - впервые обнаружил явление сверхтекучести жидкого гелия.

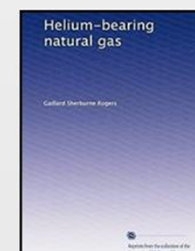
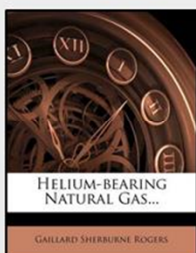
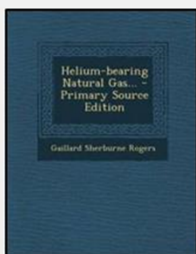
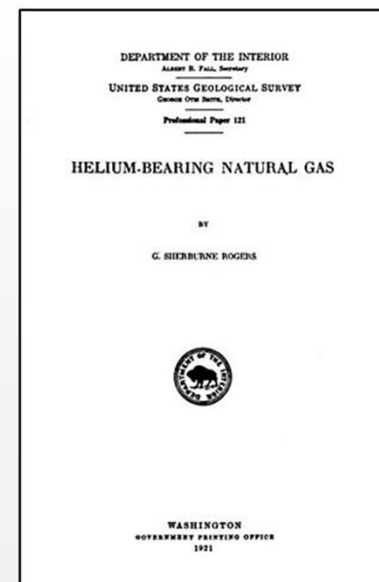
**1913** - Камерлинг-Оннес удостоен нобелевской премии по физике «за исследования свойств вещества при низких температурах, которые привели к производству жидкого гелия».

**1938** – П.Л. Капица открыл сверхтекучесть гелия-II. Исследования сверхтекучести расширили представления в частности о сверхпроводимость металлов.





Гайяр Шерберн Роджерс  
Gaillard Sherburne Rogers  
(1889 – 1919)



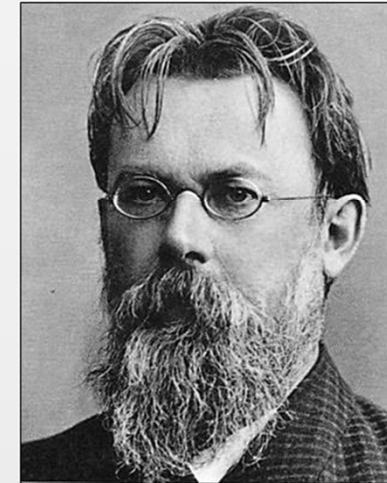
«Из всех гипотез, которые были рассмотрены наиболее убедительными являются следующие предположения: 1) гелий образуется из урана и тория, месторождения которых расположены вблизи горизонтов, заключающих в себе гелиеносный газ; 2) гелий существует искони и приходит из находящихся на глубине вместилищ...» (Г. Роджерс)

# ГАЗОВОЕ ДЫХАНИЕ ЗЕМЛИ

- **1911** – В.И. Вернадский выступил с обзорным докладом о результатах работ по изучению гелия на заседании Российской Императорской Академии Наук и призвал к аналогичным исследованиям в России. Финансирования не последовало.
- **1912** – В.И. Вернадский сделал доклад “Об изучении газового дыхания Земли”. Вновь в финансировании отказано.
- **1920-1930-е** – Владимир Иванович к проблеме гелия и газового дыхания Земли возвращался многократно в лекциях в МГУ, в публикациях “Минералогических записок” и др.

*«Корни всякого открытия лежат далеко в глубине, и как волны, бьющиеся с разбегу на берег, много раз плещется человеческая мысль около подготовляемого открытия, пока придет девятый вал»*

*В.И. Вернадский*



Владимир Иванович  
Вернадский  
(1963-1945)



# РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ



Виталий Григорьевич  
Хлопин  
(1890-1950)

1924-1933 — член Научно-технического совета по гелию при Гелиевом комитете ВСНХ; принимал активное участие в поисках и изучении гелиевых месторождений, в разработке аналитических методов определения гелия

1933 - член Научно-технического совета по гелию при Госплане СССР

1933-1938 - консультант лаборатории треста Союзгаз, позднее - Гелиогазразведки (Ленинград)

- Гелий представляет собой продукт полураспада радия - все работы по исследованию газовых месторождений были сосредоточены в Государственном радиевом институте.
- Сотрудниками Радиевого института, Комитета по гелию и некоторых других вновь созданных организаций (В.П.Савченко, Э.К.Герлингом, А.А.Черепенниковым) в 1920-1930-е г. были отобраны и проанализированы первые десятки проб.



В 1922 г. образовался Государственный  
Радиевый институт

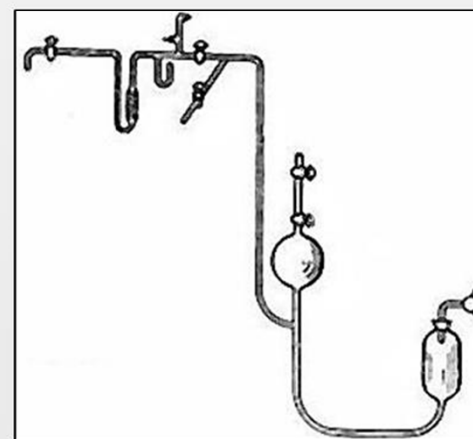


Схема прибора Хлопина - Лукашука



### Научный совет по гелию (1924)

- Газовый отдел КЕПС (В.И. Вернадский, позднее В.Г. Хлопин)
- Лаборатория Высшей воздухоплавательной школы РККА (А.Г. Воробьев)
- Лаборатория при секции неметаллических ископаемых Геолкома (А.С. Кобзева)

### 1925

- Создается Комиссия по добыче гелия и других благородных газов при Главном экономическом управлении ВСНХ СССР (Гелиевая комиссия, с октября 1925 г. – Гелиевый комитет) (В.И. Глебова, Н.М. Федоровский, И.В. Покровский, Б.Н. Воробьев и др.)
- Научный совет переходит в ведение Гелиевой комиссии и преобразовывался в Научно-технический совет по редким газам (Председатель – А.Е. Ферсман).
- В 1929–1931 гг. в системе советской геологии проведены преобразования. В объединении «Союзгеоразведка» создано Газовое бюро.
- 1 октября 1933 г. Газовое бюро, переведено в «Союзгаз» и получило название «Гелиогазразведка».
- В 1934–1935 гг. геологоразведочные работы на гелиеносные газы разворачивались районах Мельниково, Дагестане, Кубани и др.
- В дальнейшем происходит снижение активности геологоразведочных работ.

## Первое Всесоюзное совещание по редким элементам

(27-30 апреля 1925 г., Москва)



Вера Ильинична  
Глебова  
(1885–1935)



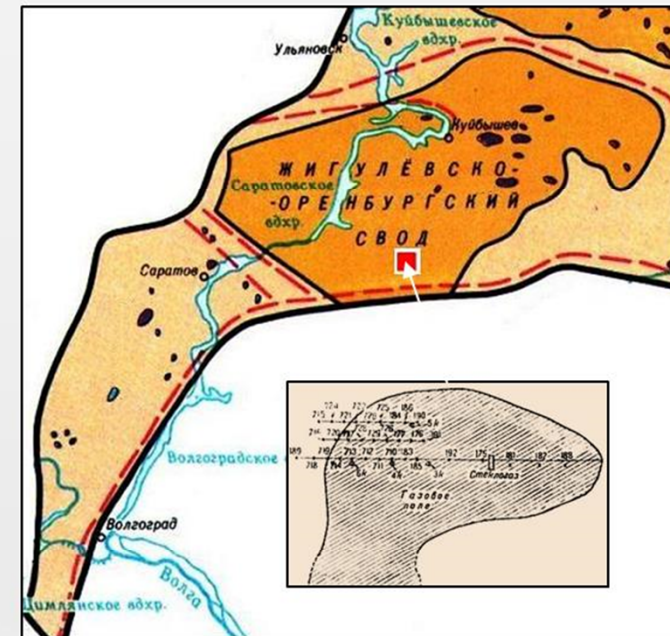
Николай Михайлович  
Федоровский  
(1886–1956)



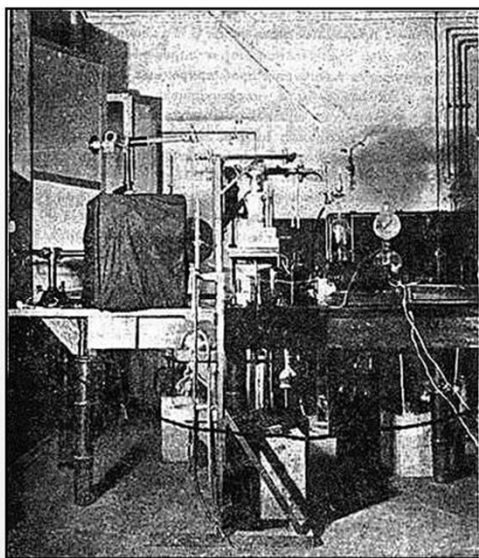
Александр Евгеньевич  
Ферсман  
(1883–1945)

# МЕЛЬНИКОВСКОЕ ГАЗОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

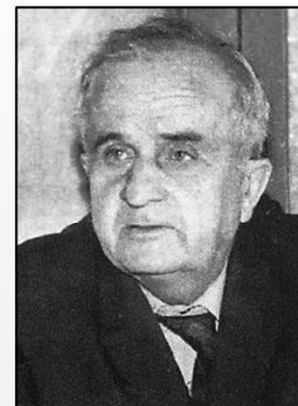
- **1906** – первый газовый фонтан
- **1911** – обнаружение гелия
- **1923-1924** – установлено его содержание (0,12 %)
- **1929** – в ЛФТИ получены первые литры советского гелия из природного газа этого объекта
- **1931** – строительство опытной гелиевой установки
- **1932** – получен 40 % концентрат, а затем 98 % гелий
- **1937** – пуск Государственного союзного опытно-промышленного завода
- **1941** – начало ликвидации завода в связи с истощением месторождения







Прибор для анализа благородных газов системы проф. А.Г. Хлопина-К.Герлинга



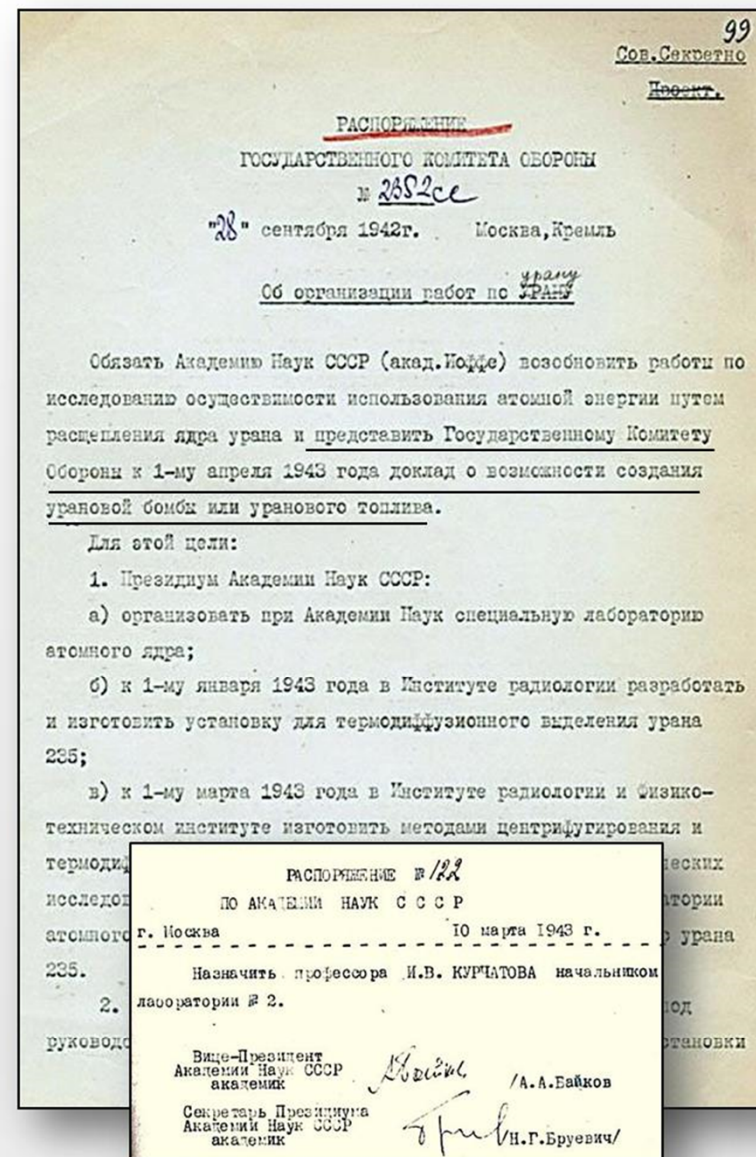
Эрик Карлович  
Герлинг  
(1904-1985)

После окончания Отечественной войны Эрик Карлович Герлинг по программе Радиевого института попытался вновь оценить «гелиевое дыхание» Земли на куполе Мельниковского газового месторождения (1945-1947). Пробы газа отбирались из-под металлических колпаков и из герметизированных шпуров. Анализ гелия производился используемым с начала века «остаточным» химическим объёмным методом, обладающим недостаточной для этих целей точностью. Значимого результата эти исследования не дали.



# АТОМНЫЙ ПРОЕКТ. ГОНКА НАЧАЛАСЬ

- **Январь 1940.** Старт германского атомного проекта – **"Урановый проект"**
- **30 июля 1940.** Решением Президиума АН СССР создается Комиссия по проблеме урана. В неё входят 14 человек: десять академиков - *Хлопин, Вернадский, Иоффе, Ферсман, Вавилов, Лазарев, Фрумкин, Мандельштам, Кржижановский, Капица*, три старших научных сотрудника - *Курчатов, Щербаков, Харитон* и профессор *Виноградов*
- **Май 1941.** Старт японского атомного проекта – **"Проект Ни"**
- **Сентябрь 1941.** Старт атомного проекта Великобритании – **"Тьюб эллойз"**
- **6 декабря 1941.** Старт атомного проекта США – **"Манхэттенский проект"**
- **28 сентября 1942.** Распоряжение ГКО № 2352 «Об организации работ по урану»
- **Август 1943.** Объединение атомных проектов США и Великобритании
- **16 июля 1945.** Первое испытание атомного оружия в США



# ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ОБОРОНЫ

## РАСПОРЯЖЕНИЕ № 3834 СС

30 ИЮЛЯ 1943 Г.

МОСКВА, КРЕМЛЬ

- 1. Обязать Комитет по делам геологии при Совете Народных Комиссаров СССР (И. И. Малышев):
  - а) провести в полевой период 1943 г. дополнительные поисково-разведочные работы на уран и другие радиоактивные элементы,
  - б) организовать в 1943 г. проверку на радиоактивность образцов пород и руд в районах работ геологоразведочных партий и ранее собранных геологических коллекций, хранящихся в музеях и геологических управлениях,
  - в) составить и издать краткие инструкции по установлению признаков уранового оруденения и обнаружению месторождений урановых руд,
  - г) составить к 1 октября 1943 г. совместно с Геологическим институтом АН СССР план геологических поисковых работ на 1944 г. с целью отыскания новых месторождений урановых руд.
- 2. Разрешить Комитету по делам геологии при Совнаркоме СССР организовать при Всесоюзном институте минерального сырья (ВИМС) урановый сектор, возложив на него обобщение материалов по поискам, разведкам и изучению радиоактивного минерального сырья, а также научно-методическое руководство этими работами и детальное минералогическое и технологическое изучение урановых руд и других радиоактивных минералов.
- 3. Утвердить штат уранового сектора при ВИМСе в количестве 15 человек.
- 4. Обязать Наркомфин выделить в 1943 г. Комитету по делам геологии при СНК СССР ... 150 тыс. руб. на расходы по урановому сектору при Всесоюзном институте минерального сырья.

Председатель  
СНК СССР



(В.М. Молотов)

13



## СЕКТОР № 6



Дмитрий Иванович  
Щербаков  
(1893-1966)



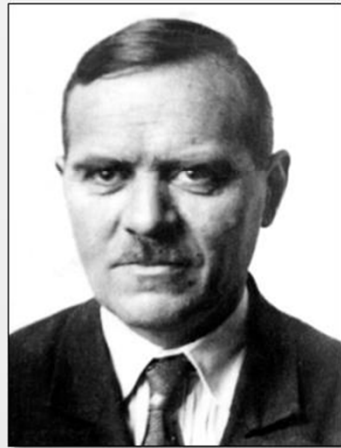
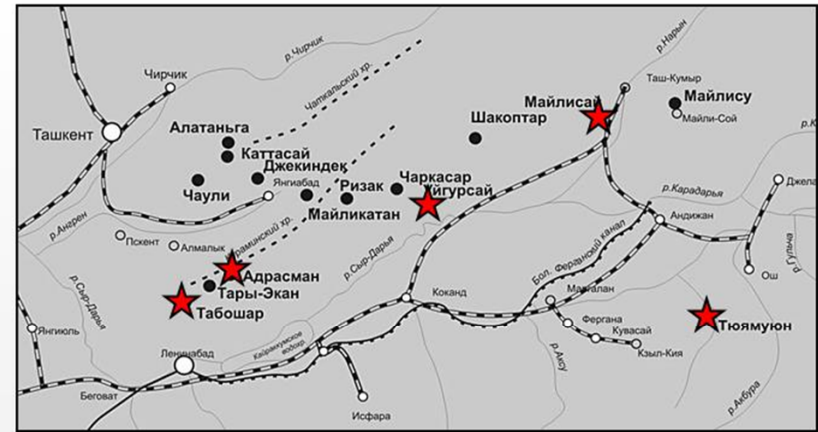
Михаил Николаевич  
Альтгаузен  
(1906-1994)

- Где конкретно искать и как искать уран на первых порах должен был решать урановый сектор ВИМСа.
- Его первым научным руководителем был назначен ученик В.И. Вернадского будущий академик **Д.И. Щербаков**.
- Заведующим сектором стал **М.Н. Альтгаузен**.
- К работе секции привлечены ведущие специалисты в области урановой геологии того времени: В.И. Баранов, В.И. Герасимовский, Я.Д. Готман, В.Г. Мелков, А.И. Сулоев и другие.



# ГДЕ И КАК ИСКАТЬ УРАН ?

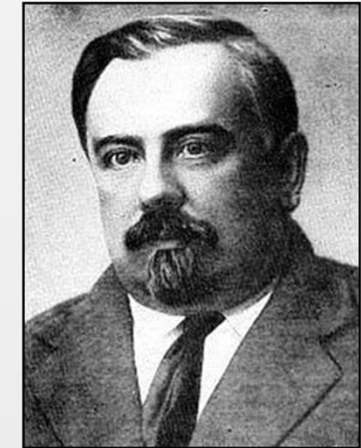
К 1940 г. в СССР было известно пять небольших месторождений урана в Ферганской долине: **Тюямуюн, Майлисай, Уйгурсай, Табошар и Адрасман**. На начало 1944 г. запасы урана составляли **200 т**, среднее содержание урана – около 0,1 %



Владимир Ильич  
Баранов  
(1892-1972)

В.К.Котульский, находившийся в заключении на Колыме, направил в 1943 г. в Правительство докладную записку с предложением использовать в качестве индикатора урановых руд продукт  $\alpha$ -распада – *гелий*.

Записка была направлена в Радиевый институт. Комиссия с участием проф. В.И. Баранова, с привлечением специалистов ВНИИ разведочной геофизики (проф. А.Г.Граммаков и др.), рассмотрела единственную, казавшуюся тогда приемлемой, диффузионную модель миграции гелия от локального радиоактивного источника с количеством урана ~ 1000 тонн и глубиной залегания ~ 100м.



Владимир Климентьевич  
Котульский  
(1879-1951)

В 1943 г. организовал радиометрическую лабораторию во Всесоюзном институте минерального сырья и до 1950 г. был ее научным руководителем.

- При поисках урановых руд можно использовать все три типа излучения –  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ .
- Первым был реализован **гамма-метод**. Гамма-радиометры были изготовлены для пешеходных работ, автомобильного и самолётного вариантов. Наибольшую результативность дали авиационные исследования, с помощью которых до конца 1950-х годов были опосредованы практически все перспективные территории Советского Союза. Но гамма-лучи полностью экранируются уже первыми полтора метрами перекрывающих поверхностных отложений.
- Параллельно с гамма съёмкой стали использовать **эманационный (радоновый) метод**. Наиболее эффективный вариант эманационной съёмки был разработан в лаборатории масс-спектрометрических исследований ВИМСа Николаем Ильичом Мусиченко. У радона, при его сравнительно быстром распаде (период полураспада около трёх суток), глубина трассирования рудных тел оценивалась чуть более трёх десятков метров.
- Самым глубинным считался **гелиевый метод**.  $\alpha$  -частица и есть ядро атома гелия, которая после захвата двух электронов превращается в нейтральный газ, обладающий весьма высокой проникаемостью.



Мария  
Склодовская-Кюри  
*Marie Skłodowska-Curie*  
(1867-1934)

Мария Кюри весьма скептически оценивала применимость гелиевой съёмки для поисков радиоактивных руд из-за наличия глубинных источников гелия, намного более продуктивных, чем залежи радиоактивных руд в приповерхностной зоне.

Еще в начале столетия она писала: «Гелий, выходящий из Земли, вероятно, образуется из лежащих на глубине радиоактивных веществ..., однако поиски радиоактивных минералов, основывающиеся на этом признаке, по-видимому, не имеют шансов на успех, так как радон, а тем более устойчивый гелий могут происходить из отдаленных подземных областей. Количество выделяющегося гелия, по-видимому, не связано с активностью источника»

*(М. Кюри)*





Вера Сергеевна  
Глебовская  
(1912-1994)



Эмилия Сергеевна  
Матвеева  
(1926-1997)



Александр Гаврилович  
Граμμαков  
(1902-1991)

- Поручение Правительства на разработку гелиевого метода было дано Ленинградскому Радиевому институту и Всесоюзному институту разведочной геофизики (ВИРГу).
- Одновременно начала действовать группа теоретических обоснований (профессор А.Г.Граμμαков и др.) и полевых исследований (В.С.Глебовская, Э.С. Матвеева и др.).
- Вскоре в обоих направлениях возникли большие трудности.
  - теоретические расчёты показывали незначительную добавку «рудного» гелия к предполагаемому его глубинному диффузионному потоку
  - в связи с трудностями высокоточного анализа инертного гелия долго не удавалось обнаружить аномальных значений гелия в реальных полевых условиях.



Николай Ильич  
Мусиченко  
(1909-1978)

- В 1954 году, с целью активизации исследований была подключена лаборатория изотопных методов анализа ВИМСа, руководимая Н. И. Мусиченко.
- Им на крупные месторождения урана в Сев. Казахстане, был вывезен модернизированный гелиевый течеискатель "ПТИ-6".
- Производительность исследований при этом резко увеличилась - в 1955–1957 гг. объемы опробования достигли тысяч единиц.
- Однако, как и в исполнении ВИРГа, ни одного достоверного аномального сигнала получить не удалось.
- В этой связи научным советом МинСредмаша было принято решение гелиеметрические исследования прекратить.



Передвижной  
течеискатель ПТИ-6



- В начале 1958 года в лабораторию изотопных методов исследований ВИМСа был переведен И.Н. Яницкий, только что получивший диплом горного инженера-геолога, ранее имевший технологическую практику в авиации.
- Он предположил в качестве возможных причин неудач дефекты отбора проб и контроля герметичности пробоотборников.
- На этом основании с большим трудом удалось убедить членов Ученого Совета выпустить отряд ВИМСа на полевые работы "в последний раз".
- Результаты превзошли все ожидания.
- Через месяц работ по новой схеме опробования в шахте и на поверхности крупного уранового Маньбайского (Сев. Казахстан) месторождения удалось выявить устойчивые гелиевые аномалии, превышавшие расчетные значения в десятки и сотни тысяч раз.
- Такая методика отбора проб в США появилась спустя десятилетие.



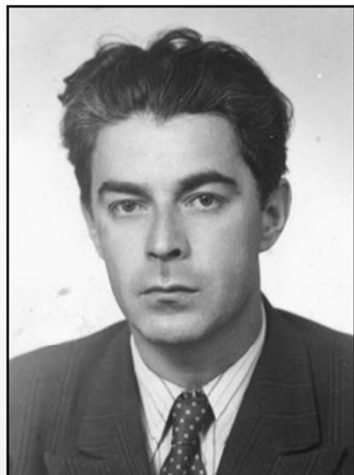
Игорь Николаевич  
Яницкий



Вера Прокофьевна  
Якуцени



В 1968 г. В.П. Якуцени обобщила данные о гелионосности земных недр.



Александр Николаевич  
Еремеев  
(1920-1995)



Установка для гелиевой съемки



Георгий Павлович  
Табеев  
(1918-2003)

- В последующие пять лет исследования ВИМСа (Еремеев А.Н. и др.) и ВИРГа (Г.П. Табеев и др.) были выполнены на сотнях радиоактивных и фоновых по радиоактивности месторождениях, рудопроявлениях, выходах подземных вод в родниках, колодцах, изливающихся скважинах. Распределение гелия оказалось крайне неравномерным, но на рудных месторождениях обычно наиболее высоким.
- В результате была показана закономерная связь аномалий гелия с глубинными долгоживущими разломами унаследованных форм развития и косвенная связь с находящимися в тех же разломах эндогенными рудами.
- Гелий стал универсальным индикатором глубинных активных разломов.
- На этой основе в 1963 году по настоянию руководителя отдела геофизических поисков Александра Николаевича Еремеева, ВИМС начал региональную гелиевую съёмку, оказавшуюся одним из наиболее эффективных способов структурного геологического картирования.





ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ  
И ОТКРЫТИЙ



# ДИПЛОМ

## НА ОТКРЫТИЕ

„Закономерность распределения концентраций гелия  
в земной коре“

В соответствии с Положением об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий установил, что граждане Союза Советских Социалистических Республик

ЕРЕМЕЕВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ  
ОСИПОВ ЮРИЙ ГЕОРГИЕВИЧ  
ЩЕРБАНОВ ДМИТРИЙ МИХАЙЛОВИЧ  
ЯНИЦКИЙ ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ  
БАШОРИН ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ  
ГЛЕБОВСКАЯ ВЕРА СЕРГЕЕВНА  
ГРАММАКОВ АЛЕКСАНДР ГАВРИЛОВИЧ  
ТАФЕЕВ ГЕОРГИЙ ПАВЛОВИЧ  
МАТВЕЕВА ЭМИЛИЯ СЕРГЕЕВНА  
ЯНУЦЕНИ ВЕРА ПРОКОФЬЕВНА  
МУСИЧЕНКО НИКОЛАЙ ИЛЬИЧ

сделали открытие, определяемое следующей формулой:

Экспериментально установлена неизвестная ранее закономерность, заключающаяся в том, что распределение аномальных (повышенных) концентраций свободного подвижного гелия зависит от глубинных, в том числе рудоносных, разломов земной коры.

Настоящее открытие зарегистрировано в Государственном реестре открытий СССР 29 июля 1969 г. за № 68 с приоритетом 30 декабря 1968 г.

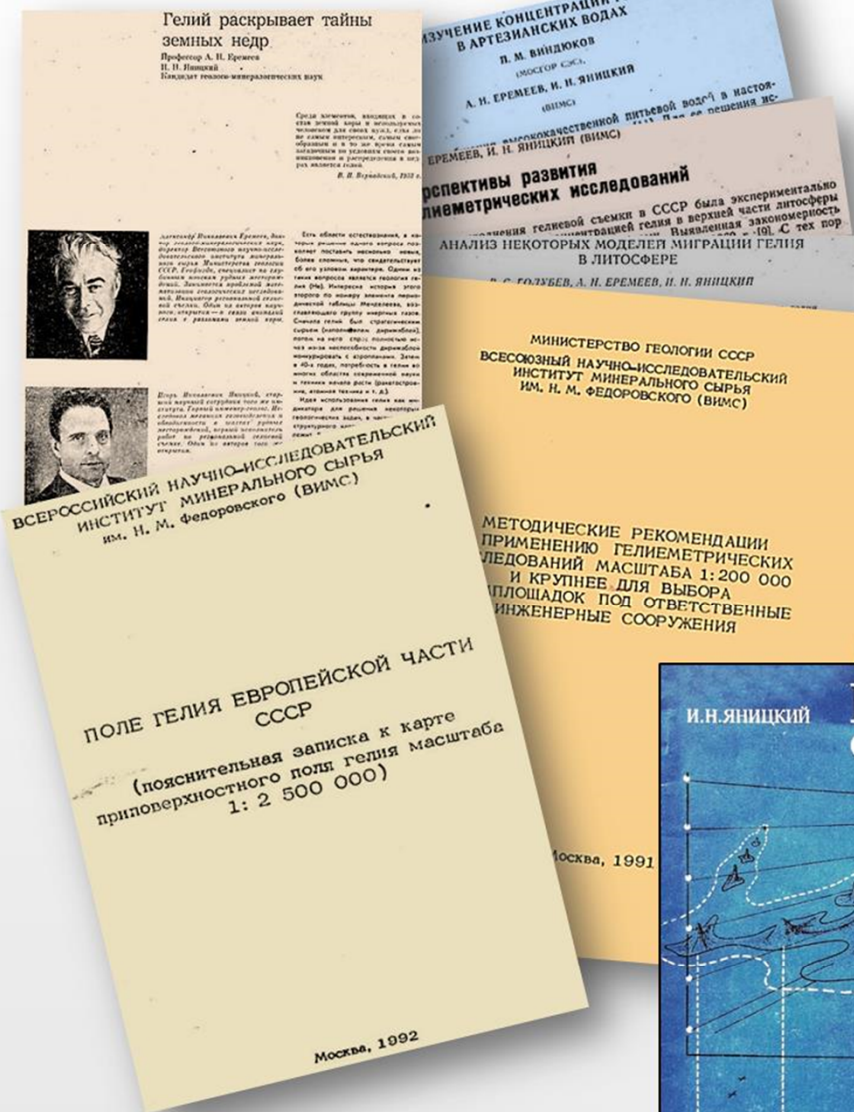
ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ГОСКОМИТЕТА

Ч. Шонд 1976 г.



*С. Мансаров*

В 1969 году закономерная связь аномалий гелия с глубинными разломами была зарегистрирована в качестве научного открытия № 68



- К этому времени специалистами НИИ вакуумной техники имени С.А.Векшинского Минэлектронпрома (Л.Е.Левиной, В.В.Пименовым) был разработан наиболее удобный для исследований магниторазрядный анализатор гелия.
- С помощью этой серийно выпускавшейся аппаратуры к 1975 году на территории Советского Союза, главным образом в его Европейской части, были исследованы миллионы проб, позволившие составить макет карты проницаемости земной коры масштаба 1:2 500 000.

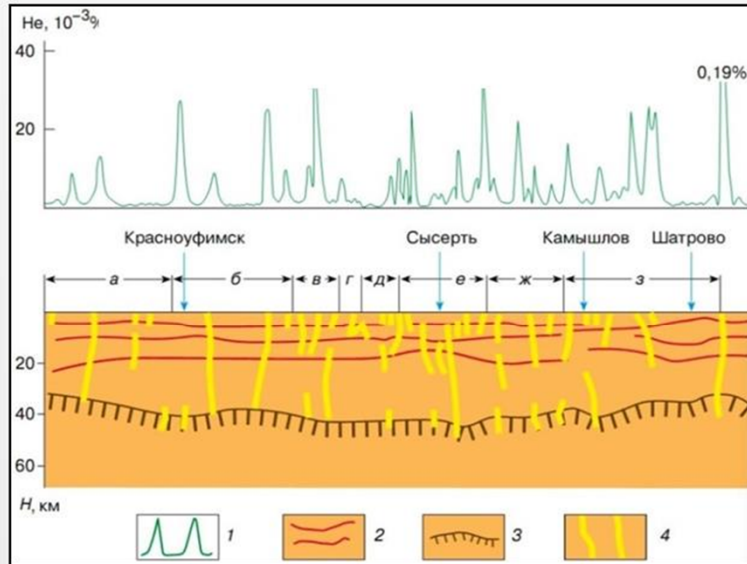
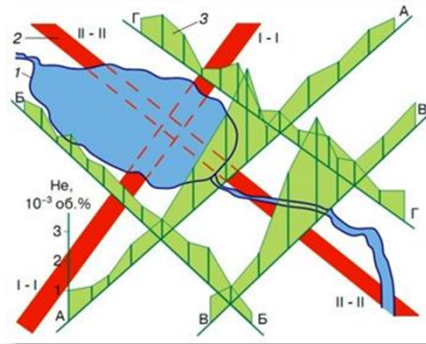


Индикатор гелия магниторазрядный ИНГЕМ-1



**Результаты гелиевой съемки в районе отстойника токсичных промышленных вод**

– границы водоема, 2 – разломы, 3 – результаты гелиевой съемки по профилям

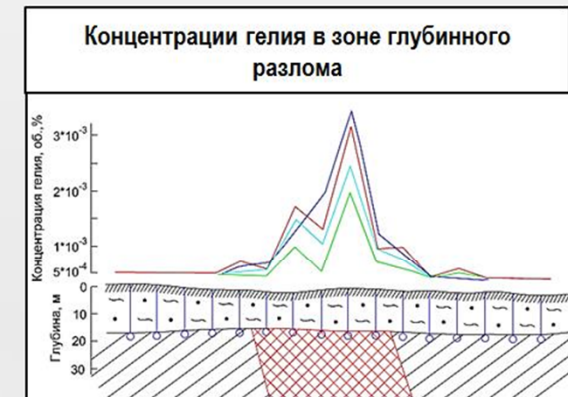
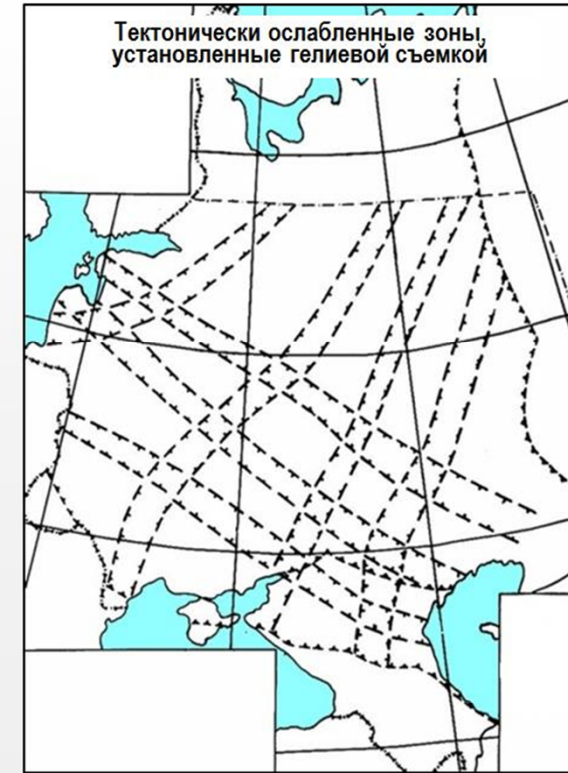
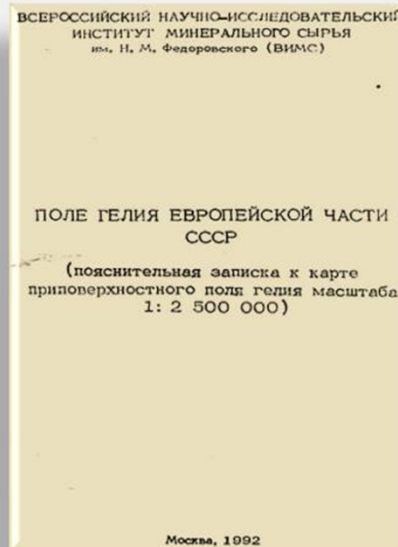


а – восточная часть Русской платформы; б – Предуральский прогиб; в – Западно-Уральская зона складчатости; г – Центрально-Уральское поднятие; д – Тагило-Магнитогорский прогиб; е – Восточно-Уральское поднятие; ж – Восточно-Уральский прогиб; з – Зауральское поднятие.

1 – график концентрации гелия в подземных водах, 2 – основные отражающие границы, 3 – граница поверхности Мохоровичича, 4 – разрывные нарушения земной коры



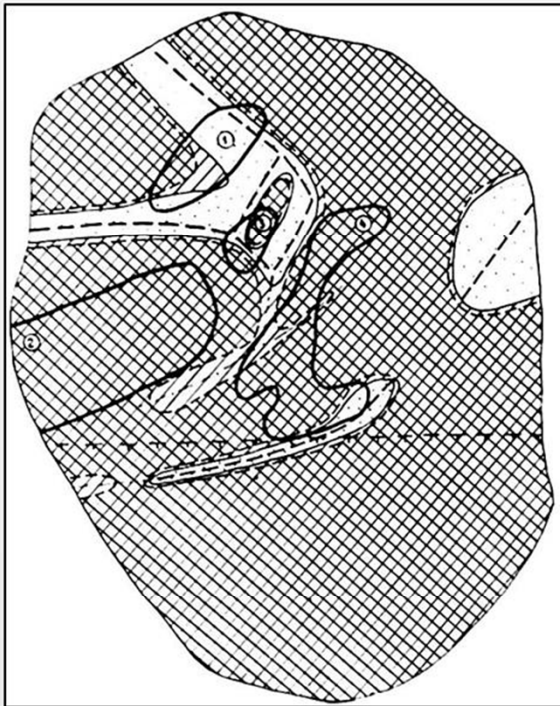
Валерий Николаевич Башорин (1940-2009)



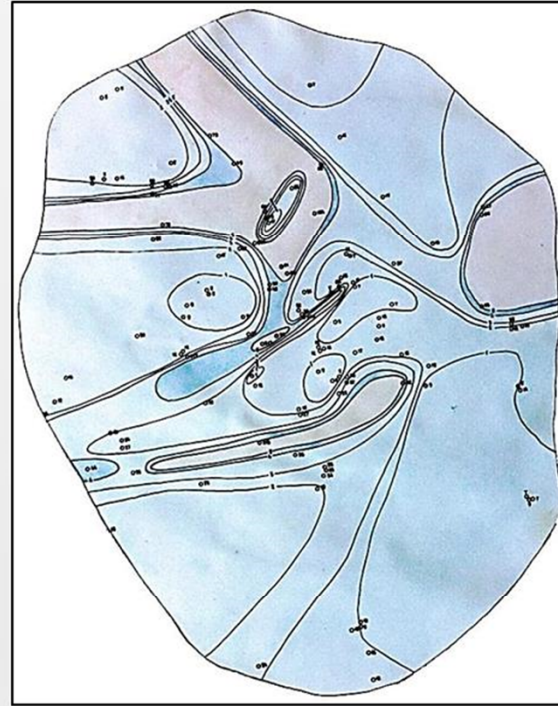
# РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕЛИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В МОСКВЕ

Проницаемость пород по данным  
гелиометрии

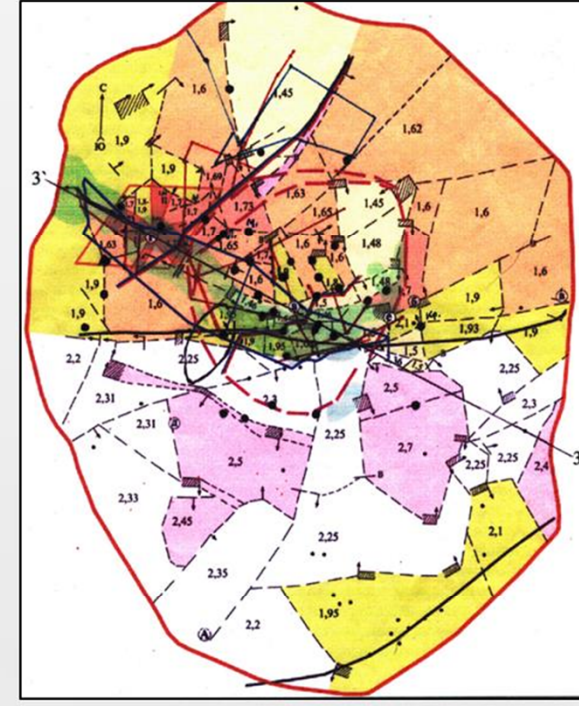
(по В.Н. Башорину и др. )



Распределение концентраций  
гелия в подземных водах

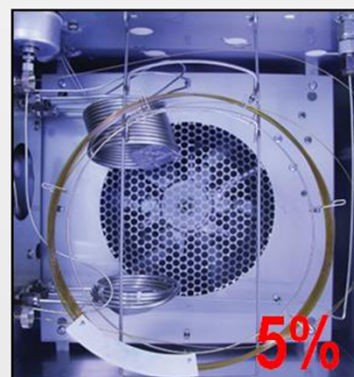
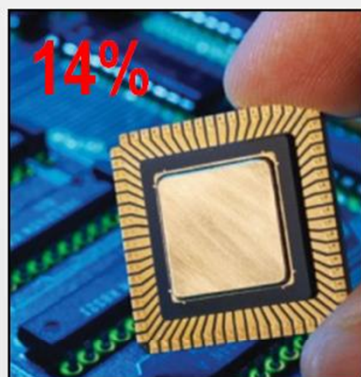
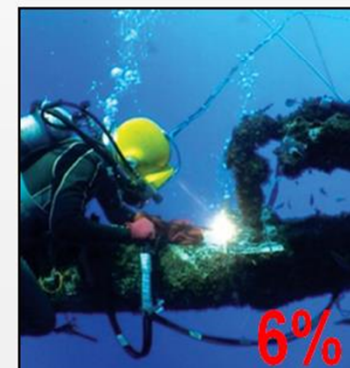


Совмещенная карта по поверхности  
кристаллического фундамента с  
местами современных провалов  
грунтов (по И.В. Померанцевой)





# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕЛИЯ



Магнитно-резонансная томография 21 %, поддержание давления и продувки включая ракетносители 11 %, сварка 17 %, обнаружения утечек 5 %, атмосферный контроль, в том числе дайвинг 6 %, полупроводники, оптические волокна 14 %, хроматография 5%, метеозонды 5 % и многое другое ...

**«Наша наука никогда не станет  
ведущей, пока мы сами не  
научимся оценивать своих  
ученых»**

*П.Л. Капица*



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**