Про литий...

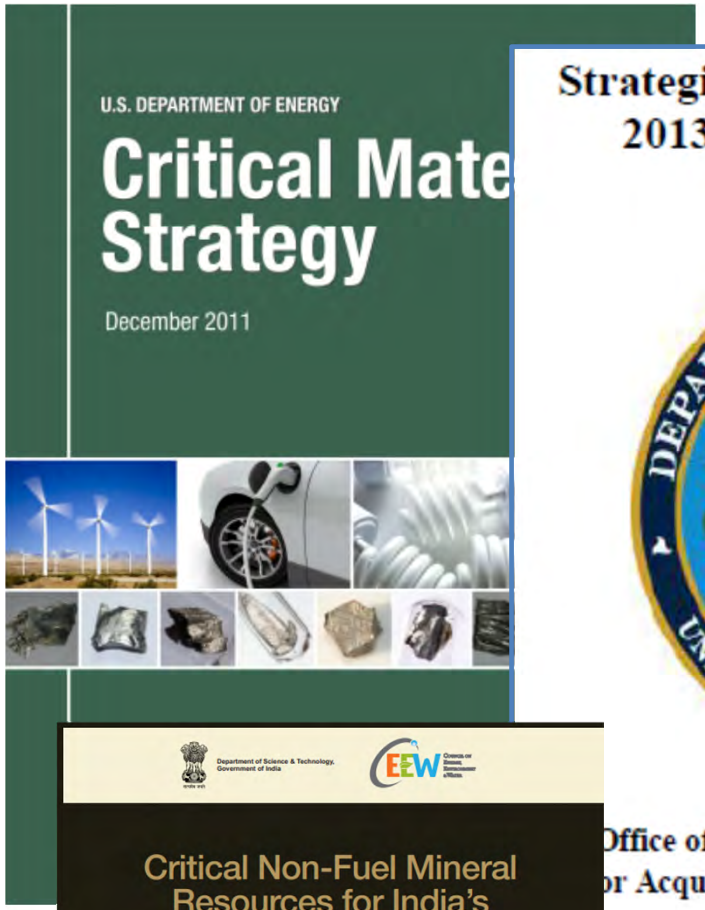
1. *Зачем он нужен?*
2. *Где он применяется?*
3. *Мемория*
4. *Ближайшее будущее*
5. *А много ли его в недрах?*
6. *Источники: традиционные и не очень*
7. *Нежен ли он России?*
8. *Проблемы и выводы*

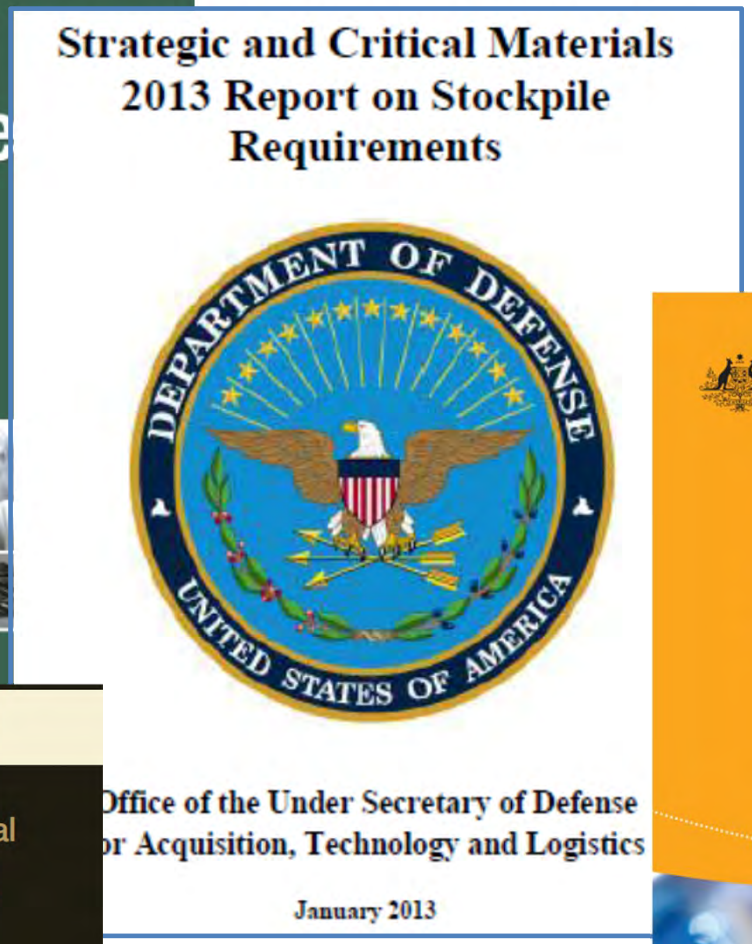
Сергей Викторович Петров

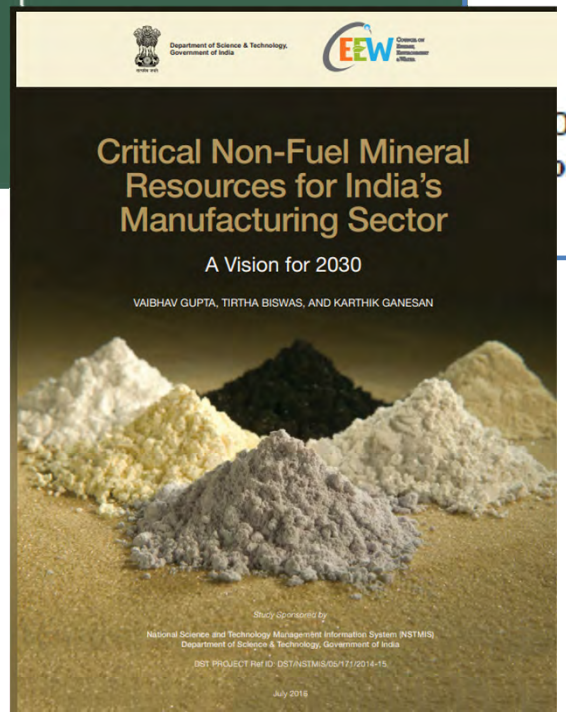
доцент кафедры геологии месторождений полезных ископаемых

Институт наук о Земле СПбГУ

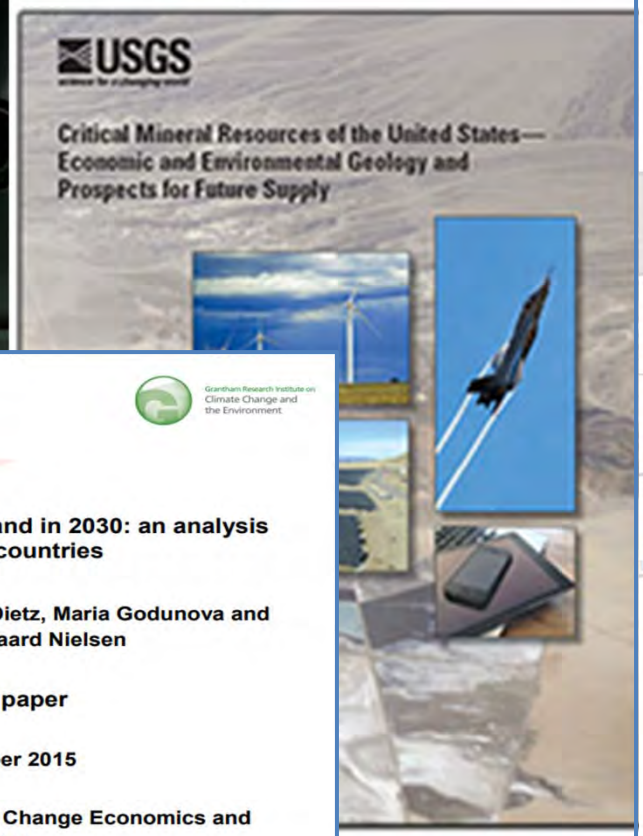
AusIMM (#322362); ЕСОЭН (#3420 9665 4140 3560); ОЭРН (#657)

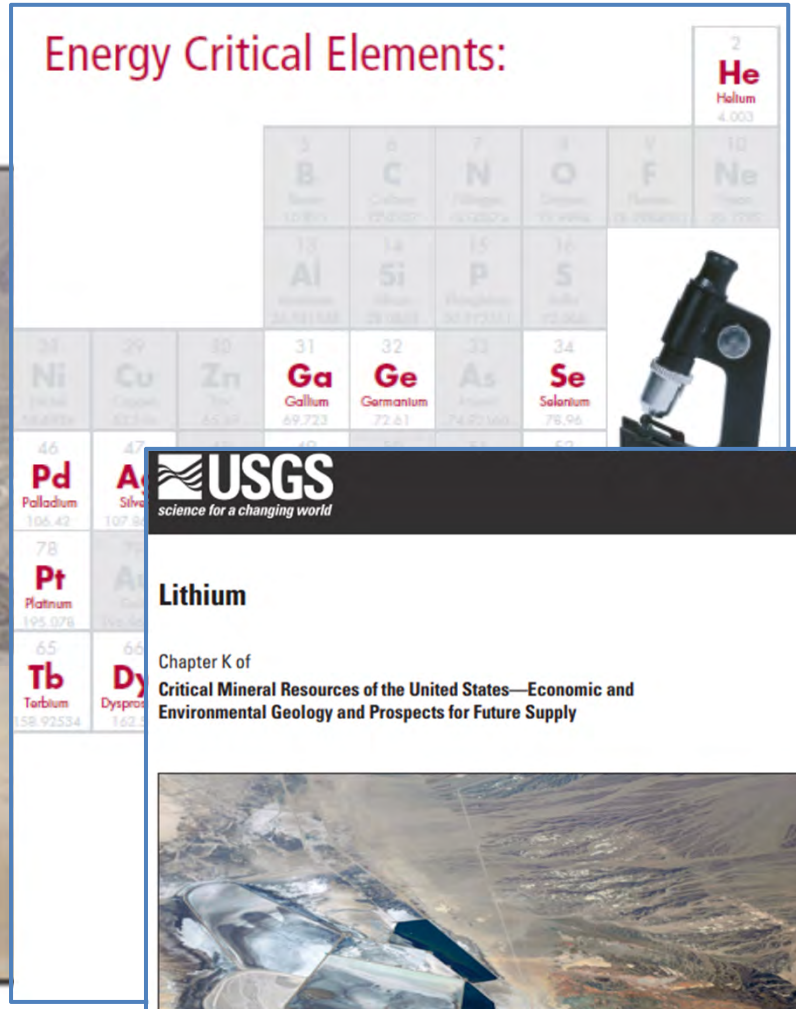

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
Critical Mate
Strategy
December 2011

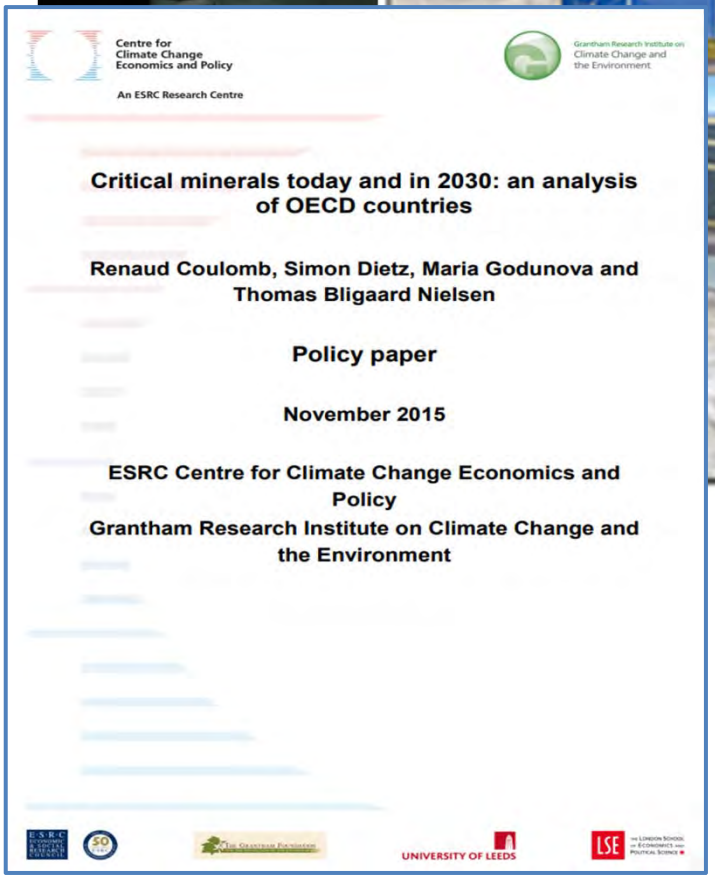

Strategic and Critical Materials
2013 Report on Stockpile
Requirements
DEPARTMENT OF DEFENSE
UNITED STATES OF AMERICA
Office of the Under Secretary of Defense
or Acquisition, Technology and Logistics
January 2013


Department of Science & Technology, Government of India
EEW
Critical Non-Fuel Mineral
Resources for India's
Manufacturing Sector
A Vision for 2030
VAIBHAV GUPTA, TIRTHA BISWAS, AND KARTHIK GANESAN
Study sponsored by
National Science and Technology Management Information System (NSTMIS)
Department of Science & Technology, Government of India
DST PROJECT Ref ID: DST/NSTMIS/05/171/2014-15
July 2016

Australian Government
Department of Industry, Innovation and Science
Australian Trade and Investment Commission
AUSTRALIA'S
CRITICAL MINERALS
STRATEGY
2019
Australia
UNLIMITED







Centre for Climate Change Economics and Policy

An ESRC Research Centre

Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment

Critical minerals today and in 2030: an analysis of OECD countries

Renaud Coulomb, Simon Dietz, Maria Godunova and Thomas Bligaard Nielsen

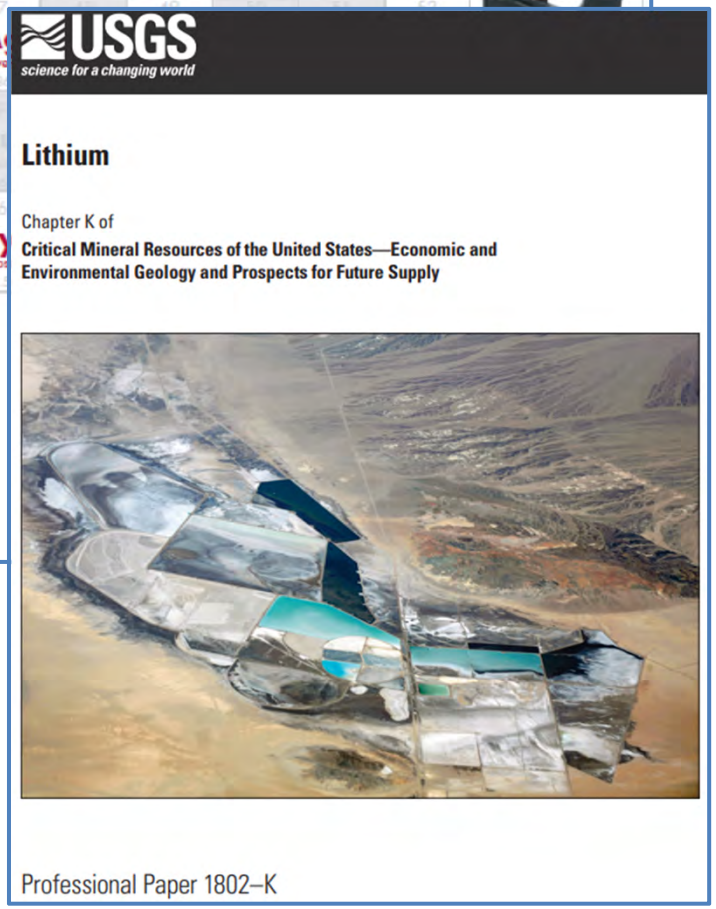
Policy paper

November 2015

ESRC Centre for Climate Change Economics and Policy
Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment

UNIVERSITY OF LEEDS

LSE



USGS
science for a changing world

Lithium

Chapter K of
Critical Mineral Resources of the United States—Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply

Professional Paper 1802–K

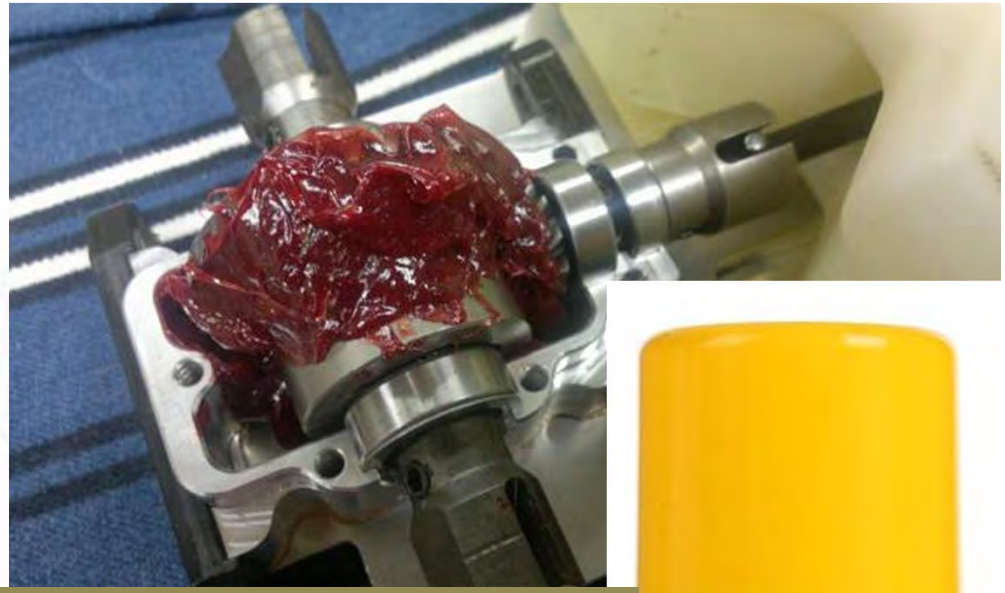
US Institute for Defense Analysis	**Strategic materials (listed alphabetical)**	**Al_2O_3 (fused), Sb, Be, bauxite, Bi, Co, fluorite, Mn, Nb, SiC, Ta, Sn, Ga, Ge, Re, PGE (Rh, Ru), Y**	**IDA, 2009**
US Department of Defense	**Strategic and critical materials (listed in order of decreasing shortfall value)**	**Sn, Sb, Al_2O_3 (fused), SiC, Y, W, Ta, Bi, Ge, Mn (met), Dy, fluorite, Be (met), Er, Cr (met), Ga, Tb, Tm, Sc**	**US DcD 2013**
US Department of Energy	**Critical materials (listed in order of decreasing shortfall value)**	**Critical materials Dy, Eu, Nd, Tb, Y; near-critical - Ce, In, La, Te, Li**	**US DcE 2011**
American Physical Society and the Materials Research Society	**Possible Energy-Critical Elements (ECEs)**	**REE, PGE, Ga, Ge, Se, Te, In, Co, He, Li, Re, Ag**	**APS, 2011**
USGS	**Critical raw materials (listed alphabetical)**	**Sb, barite, Be, Co, F, Ga, Ge, graphite, Hf, In, Li, Mn, Nb, PGE, REE, Re, Se, Ta, Te, Sn, Ti, V, Zr**	**Schulz, et al., 2017**
European Commission	**Critical raw materials (listed alphabetical)**	**Sb, Be, borates, Cr, Co, fluorite, Ga, Ge, graphite, In, Mg, Nb, PGE, REE, Si, Te W**	**EC, 2010**
European Commission	**Critical raw materials (listed alphabetical)**	**Sb, Be, Co, fluorite, Ga, Ge, graphite, In, magnesite, Mg, Nb, PGE, phosphate, REE, Si, W**	**EC, 2014**
UK Government	**Strategically important metals**	**Sb, Be, Cr, Co, Ga, Ge, Au, Hf, In, Li, Mg, Ni, Nb, PGE, Re, REE, Ta, Ti, W, V**	**UK House of Commons, 2011**
Geoscience Australia	**Critical commodities (listed in order of decreasing criticality)**	**REE, Ga, In, W, PGE, Co, Nb, Mg, Mo, Sb, Li, V, Ni, Ta, Te, Cr, Mn**	**Skirrow, et al., 2011**
Правительство Российской Федерации	**Стратегические минеральные ресурсы**	**U, Mn, Cr, Ti, bauxite, Cu, Ni, Pb, Mo, W, Sn, Zr, Ta, Nb, Co, Sc, Be, Sb, Li, Ge, Re, HREE, Au, Ag, PGE, diamonds, ultra-pure quartz**	**Постановление Правительства 50-р 1996**
Правительство Российской Федерации	**Полезные ископаемые, имеющие Федеральное значение**	**U, ultra-pure quartz, Y, HREE, Ni, Co, Ta, Nb, Be, Li, PGE, diamonds, oil (res.> 70 Mt), gas (>50 Bm^3), Au (>50t), Cu (>0,5 Mt)**	**Закон «О недрах (с дополнениями, 2008)**

Сплавы на основе алюминия и магния

1420-1450:
Li, Mg, Cu, Zr
Sc, Mn

МА-18, МА-21
1,45-1,6 г/см^3

нержавеющий магний-литиевого сплав

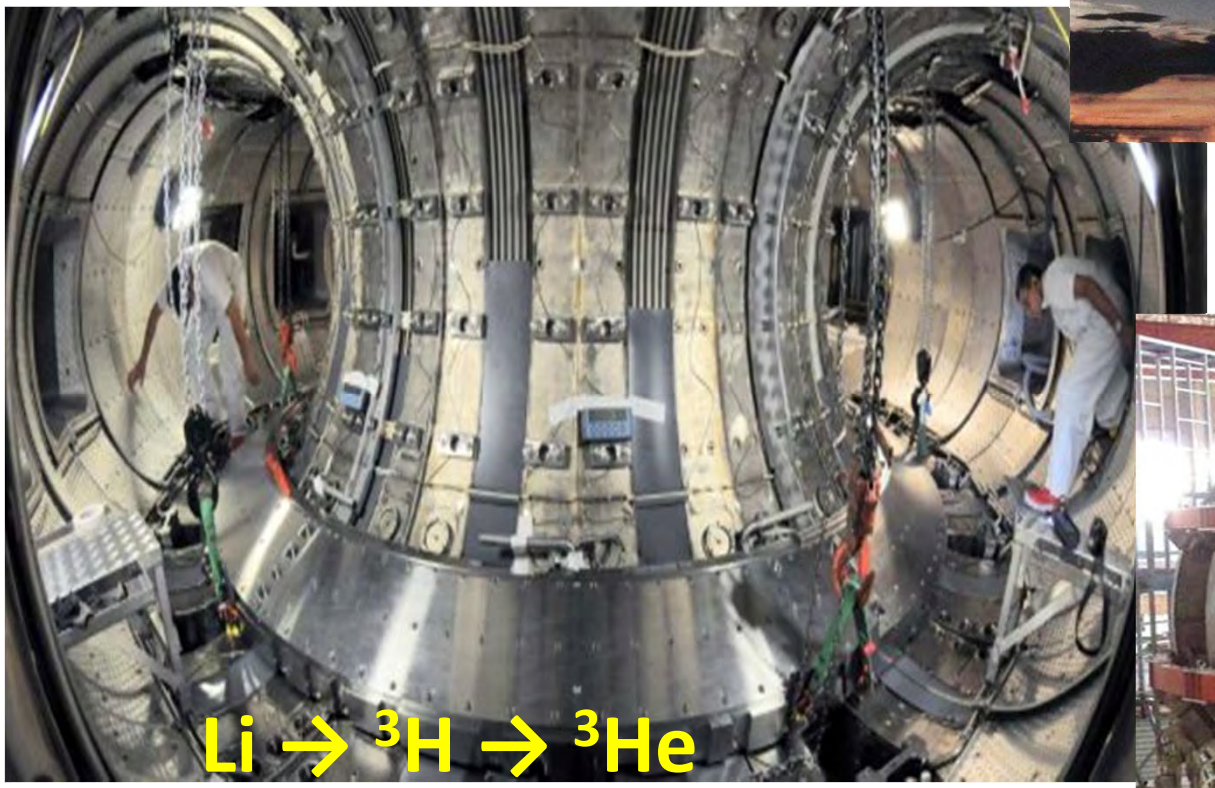


Литиевые смазки – литиевые мыла (стеарат лития и прочие)

- Системы очистки от углекислоты и регенерации кислорода в противогазах и на подводных лодках (пероксиды);
- Лазерные материалы – монокристаллический фторид лития;
- Дефектоскопия – сульфат лития;
- Электроника – нелинейная оптика, акустика, оптоэлектроника (ниобаты и танталаты лития); газоразрядные металлогалагеновые лампы;
- Металлургия алюминия (2 кг LCE в электролит/на тонну алюминия);
- Аккумуляторное производство – добавки в электролит щелочных аккумуляторов;
- Косметика

$$^{1}_{0}n + ^{6}_{3}Li \rightarrow ^{3}_{1}H + ^{4}_{2}He$$

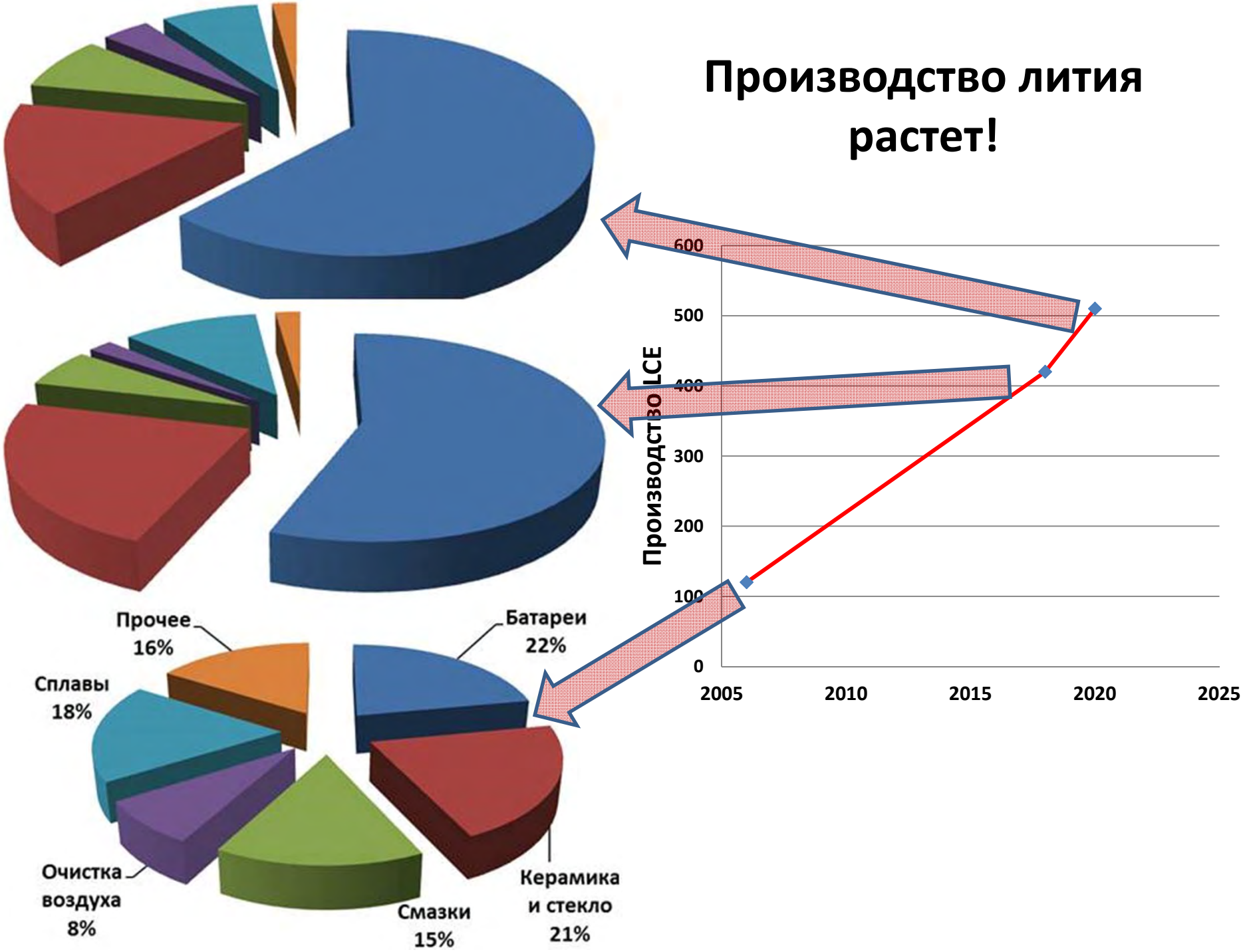
Кузькина мать.
1961 года



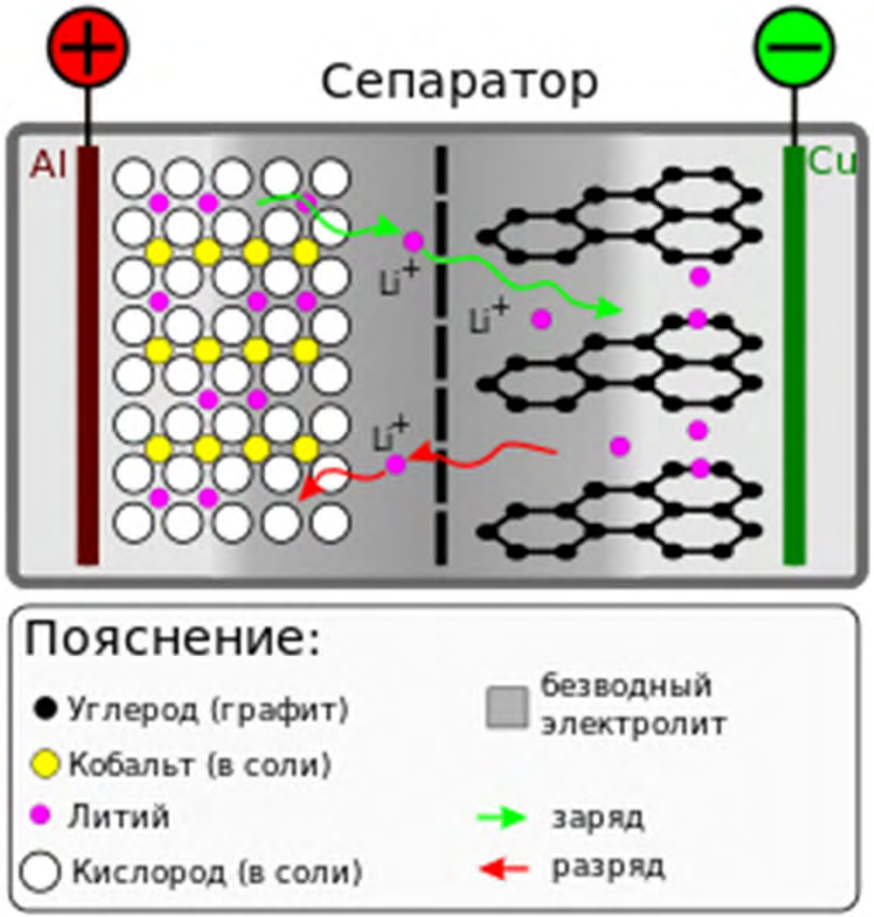
Т-15 МД, декабрь 2020

Структура потребления

Производство лития растет!



Литий – ион всемогущий



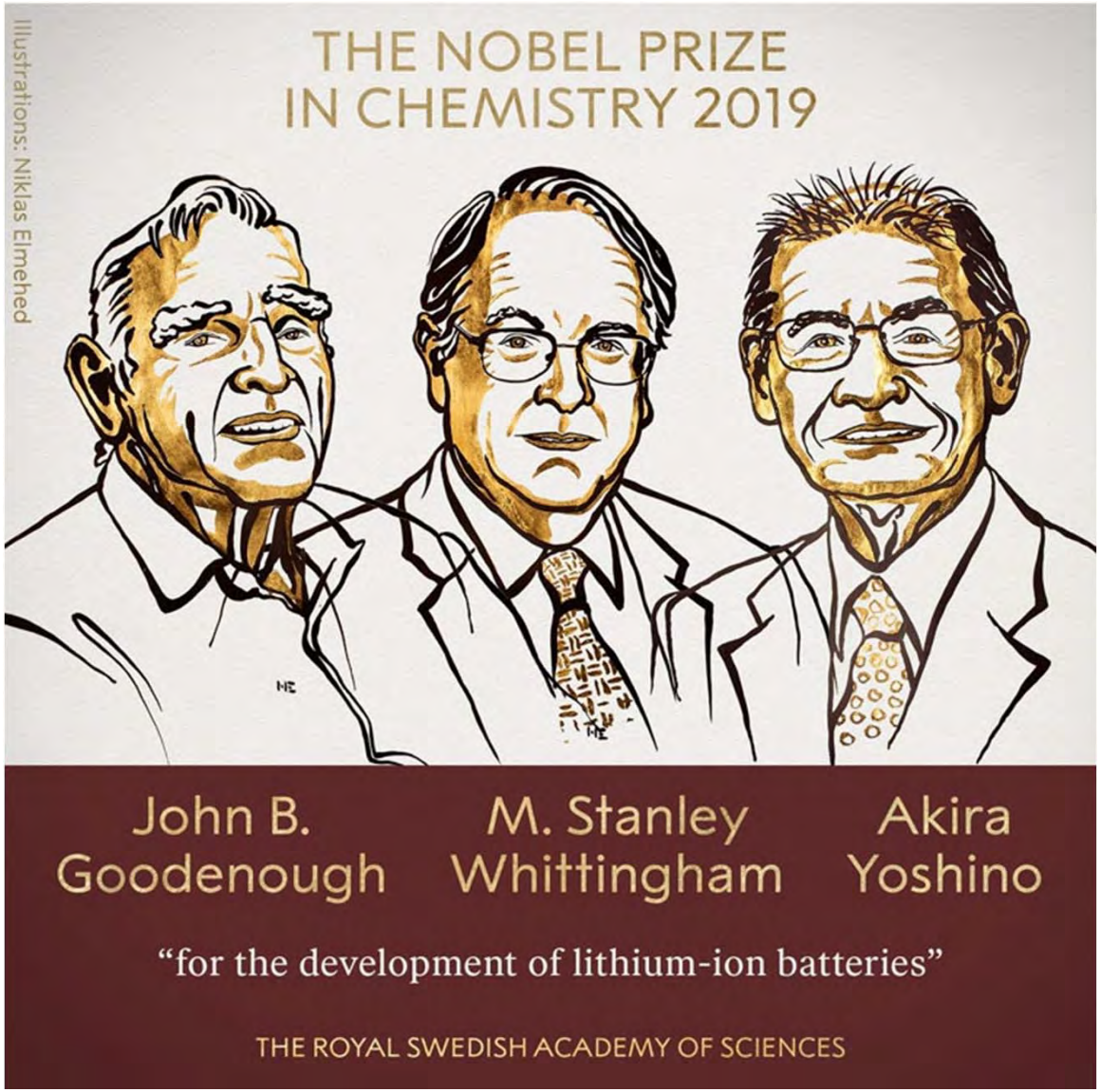
Катод		Электролит	Анод
LCO	$LiCoO_2$	$LiPF_6$	C
NMC	$LiNiCoMnO_2$	$LiBF_4$	$Li_4Ti_5O_{12}$
NCA	$LiNiCoAlO_2$	$LiClO_4$	
LFP	$LiFePO_4$		
LMO	$LiMn2O_4$		
LNMO	$LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O_4$		

•Высокая энергетическая плотность
•Низкий саморазряд
•Высокий ток работы
•Не требуют обслуживания

•Огнеопасны
•Теряют работоспособность при переразряде
•Теряют ёмкость на холоде
•От 500 до 1000 циклов зарядки

1970-76	М. Стэнли Уиттингем (У. Бирмингем)	сульфид титана (IV) и металлический литий
1973	Адам Хеллер	литиево-тионилхлоридная батарея
1974-76	Дж.О. Безенхард (ТУ Мюнхен)	обратимая интеркаляция в графите и интеркаляция в катодные оксиды
1977	Самар Басу (У. Пенсильвании)	LiC_6 альтернатива литий-металлической электродной батарее
1979	три команды: Нед А. Годшалл, а вскоре после этого Джон Б. Гуденоу и Коити Мизусима	литиевый аккумулятор с напряжением в диапазоне 4 В с использованием диоксида кобальта лития ($LiCoO_2$) в качестве положительного электрода и металлического лития в качестве отрицательного электрода.
1980	Рашид Язами	Обратимая электрохимическая интеркаляция лития в графите, изобрел литий-графитовый электрод (анод). Графитовый электрод Yazami был наиболее часто используемым электродом в коммерческих литий-ионных батареях
1982	Нед Годшалл с коллегами	патент США 4340652 на использование $LiCoO_2$ в качестве катодов в литиевых батареях, на основании докторской диссертации Стэнфордского университета
1984	Майкл М. Теккерей , Питер Брюс , Уильям Дэвид и Джон Гуденоу	Марганец-литиевая шпинель - как один из возможных катодов
1985	Акира Ёсино	Собрал прототипную ячейку, используя углеродистый материал, в который ионы лития могли быть вставлены как один электрод, и оксид лития кобальта как другой.
1991	Sony и Asahi Kasei	Первый коммерческий литий-ионный аккумулятор
1991	Ёсио Ниши	Коммерциализация технологии Sony
1996	Акшая Падхи, К.С. Нанджундавами и Гуденоу	$LiFePO_4$ (LFP) - катодный материал

2012	**Джон Гуденоу , Рашид Язами и Акира Ёсино**	**медаль IEEE 2012 года за технологии защиты окружающей среды и безопасности за разработку ионно-литиевой батареи**
2014	**Джон Гуденоу , Ёсио Ниши, Рашид Язами и Акира Ёсино**	**Премия Чарльза Старка Дрэйпера, "Nobel Prizes of Engineering"**



Сколько лития в батареях??

Батарейка 18650
- 1 грамм лития

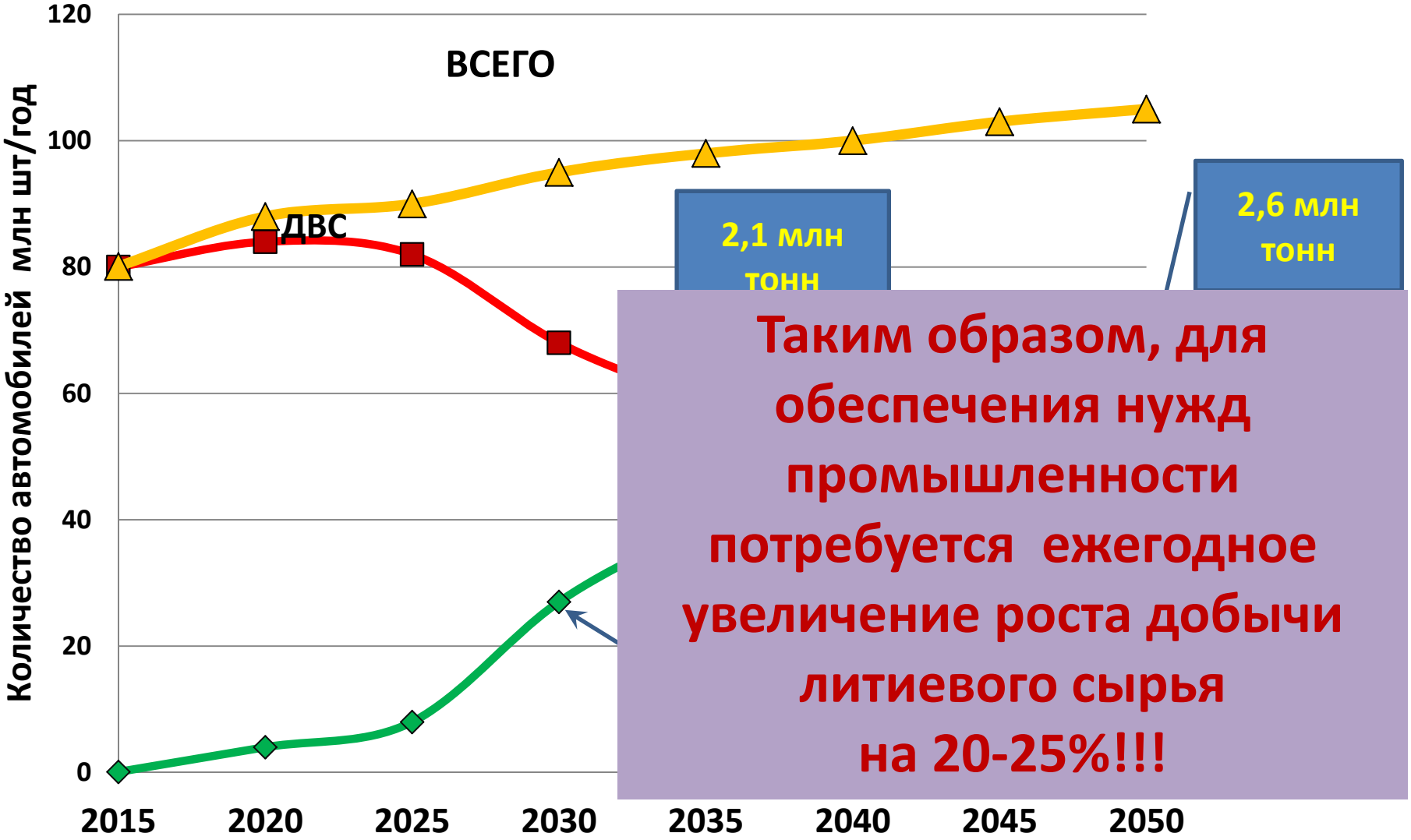
Ноутбук – до 10 грамм лития

Смартфон
- 1-4 грамма лития

Электромобиль: аккумулятор 70 кВтч – 7100 ячеек аналогичных 18650
= 7,1 кг лития

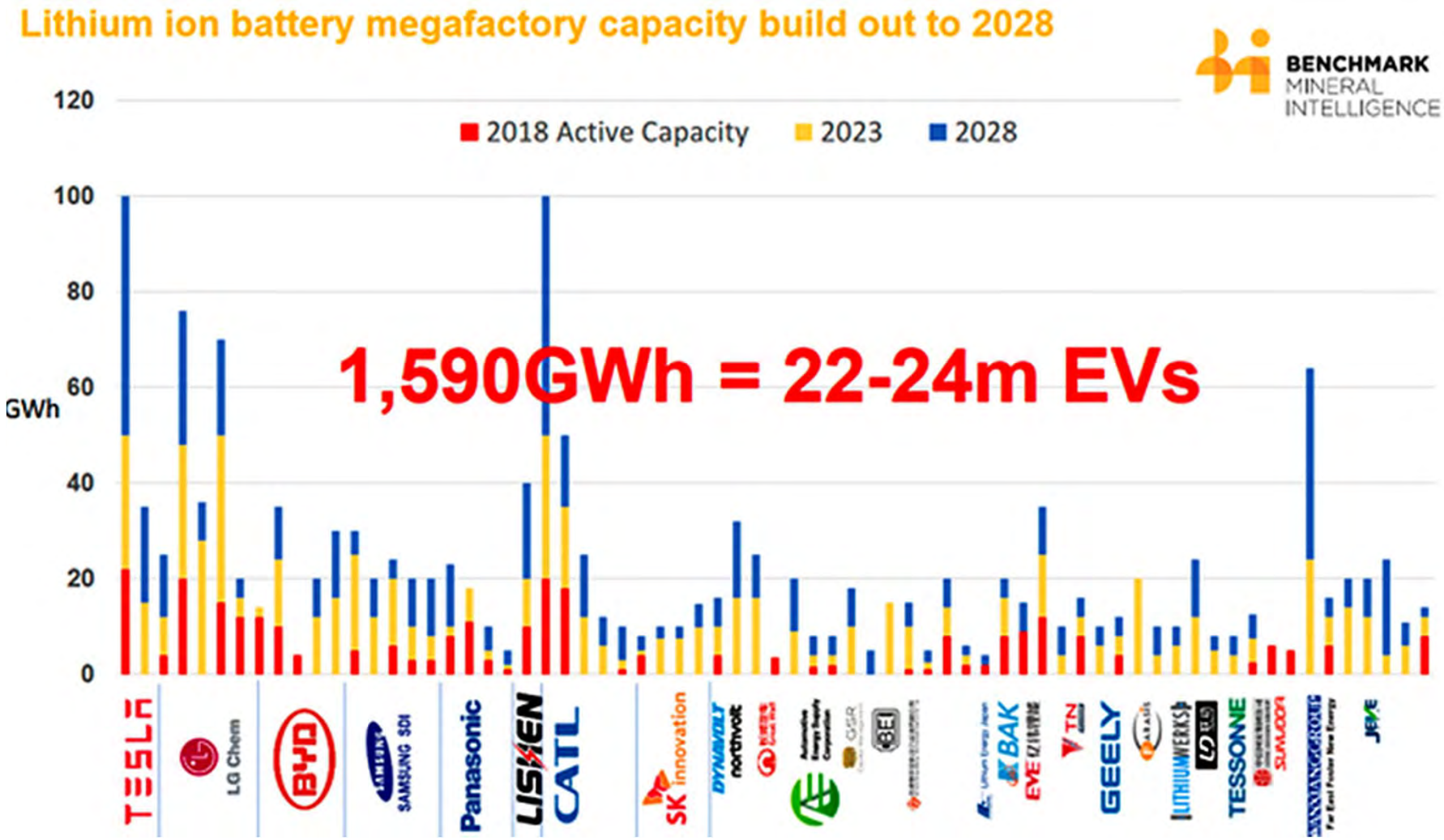
Сколько лития надо??

Прогноз производства автомобилей и лития (в LCE)



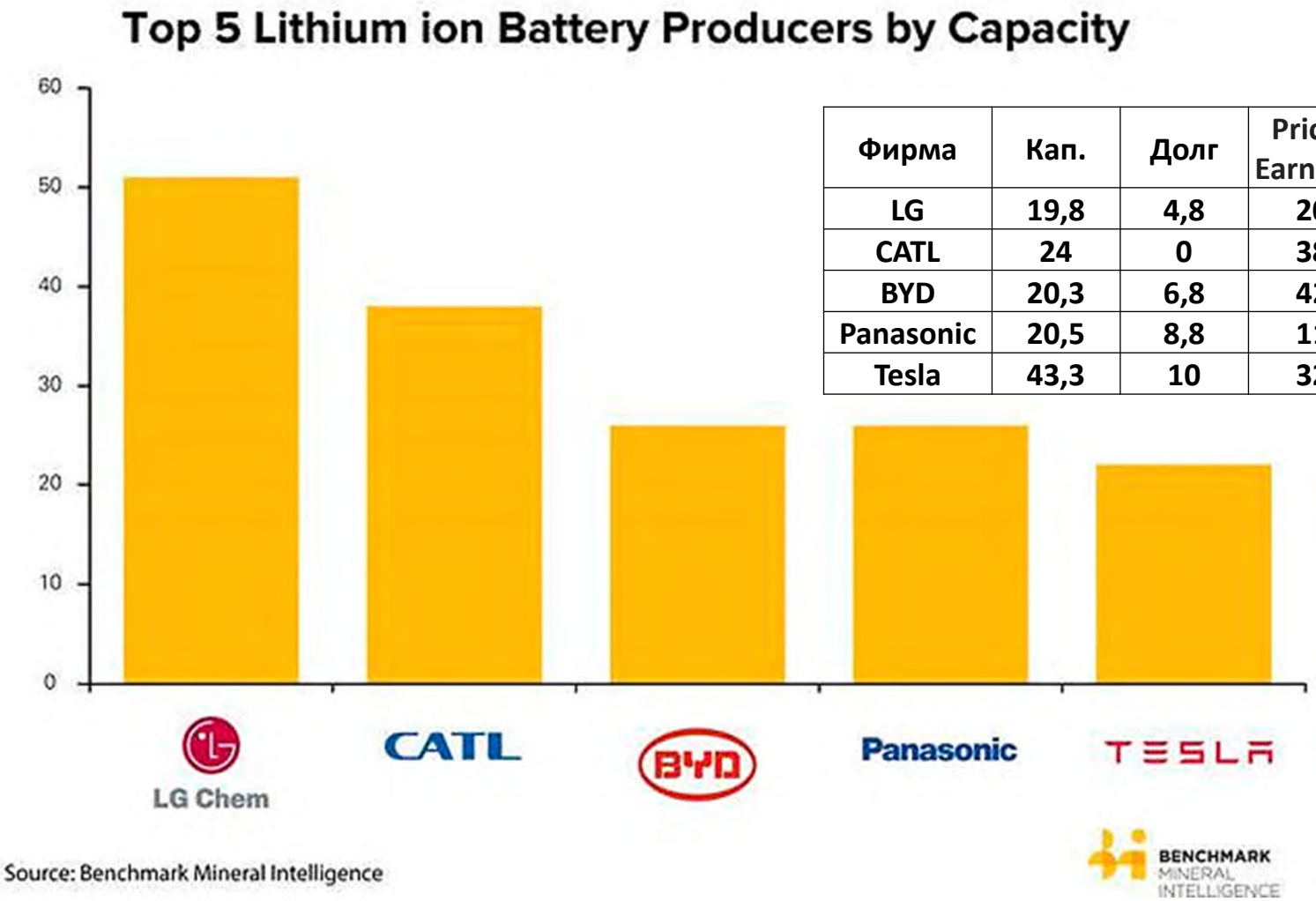
Таким образом, для обеспечения нужд промышленности потребуется ежегодное увеличение роста добычи литиевого сырья на 20-25%!!!

Мега- и гигафабрики, современный мировой тренд развития энергетики



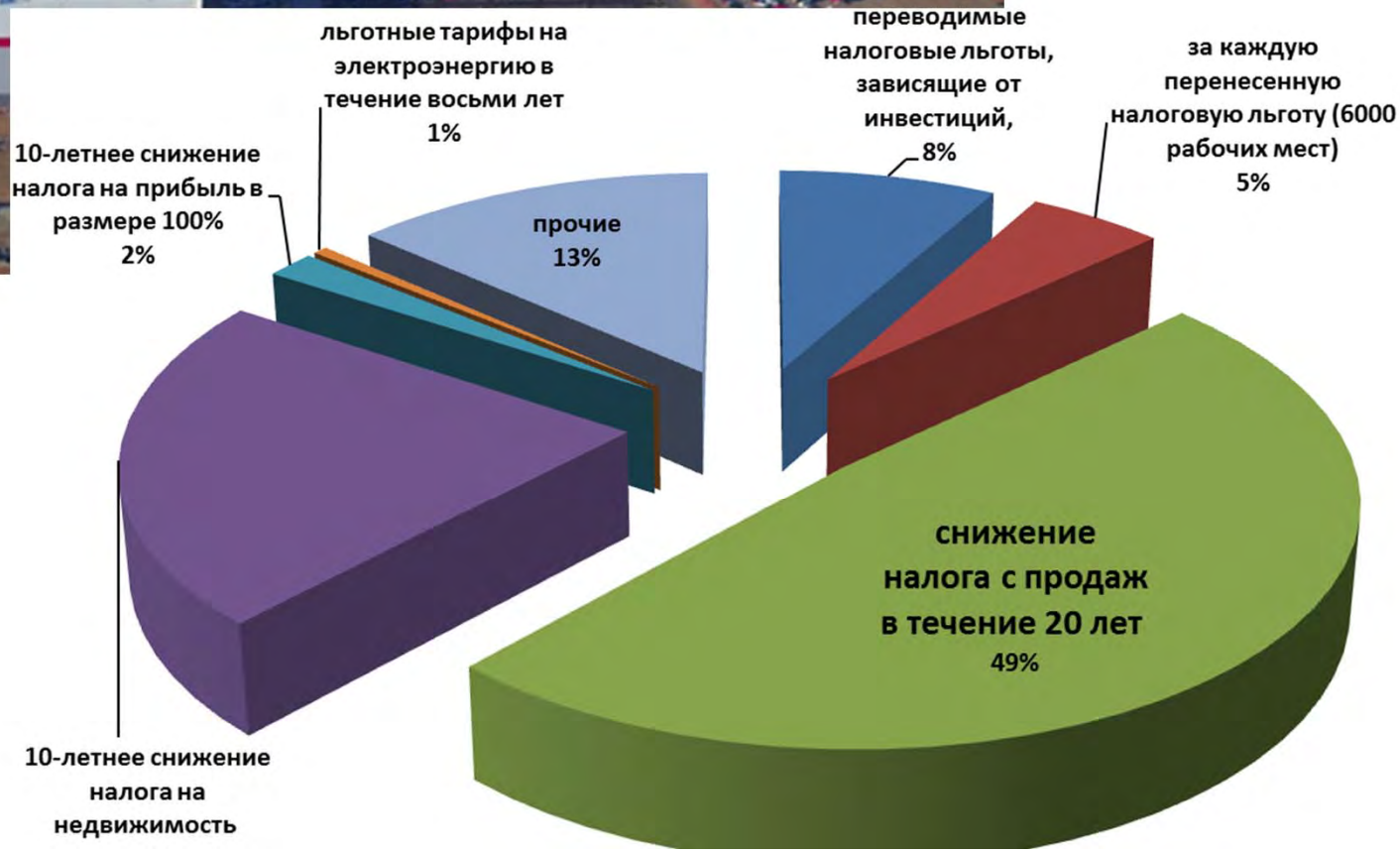
Источник : Courtesy Benchmark Mineral Intelligence
NB! Обратите внимание, что 1590 ГВтч теперь составляет 1 956,6 ГВтч.

Что уже работает:

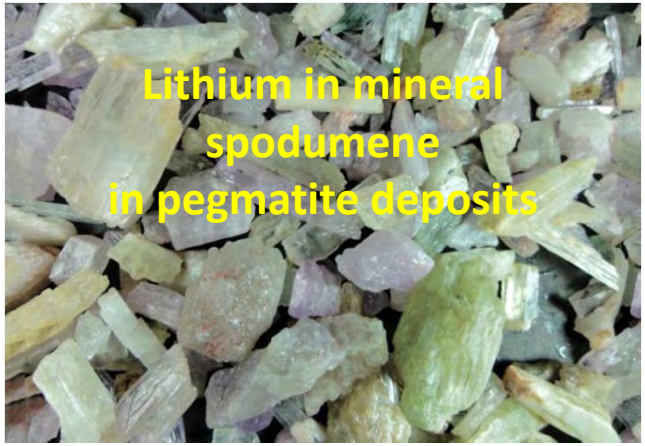


Фирма	Кап.	Долг	Price/ Earnings	Маржа
LG	19,8	4,8	20	3,30%
CATL	24	0	38	10%
BYD	20,3	6,8	42	2,10%
Panasonic	20,5	8,8	11	3,50%
Tesla	43,3	10	32	5,60%

TESLA
GIGAFACTORY


льготные тарифы на электроэнергию в течение восьми лет 1%
переводимые налоговые льготы, зависящие от инвестиций, 8%
за каждую перенесенную налоговую льготу (6000 рабочих мест) 5%
10-летнее снижение налога на прибыль в размере 100% 2%
прочие 13%
снижение налога с продаж в течение 20 лет 49%
10-летнее снижение налога на недвижимость

Источники лития

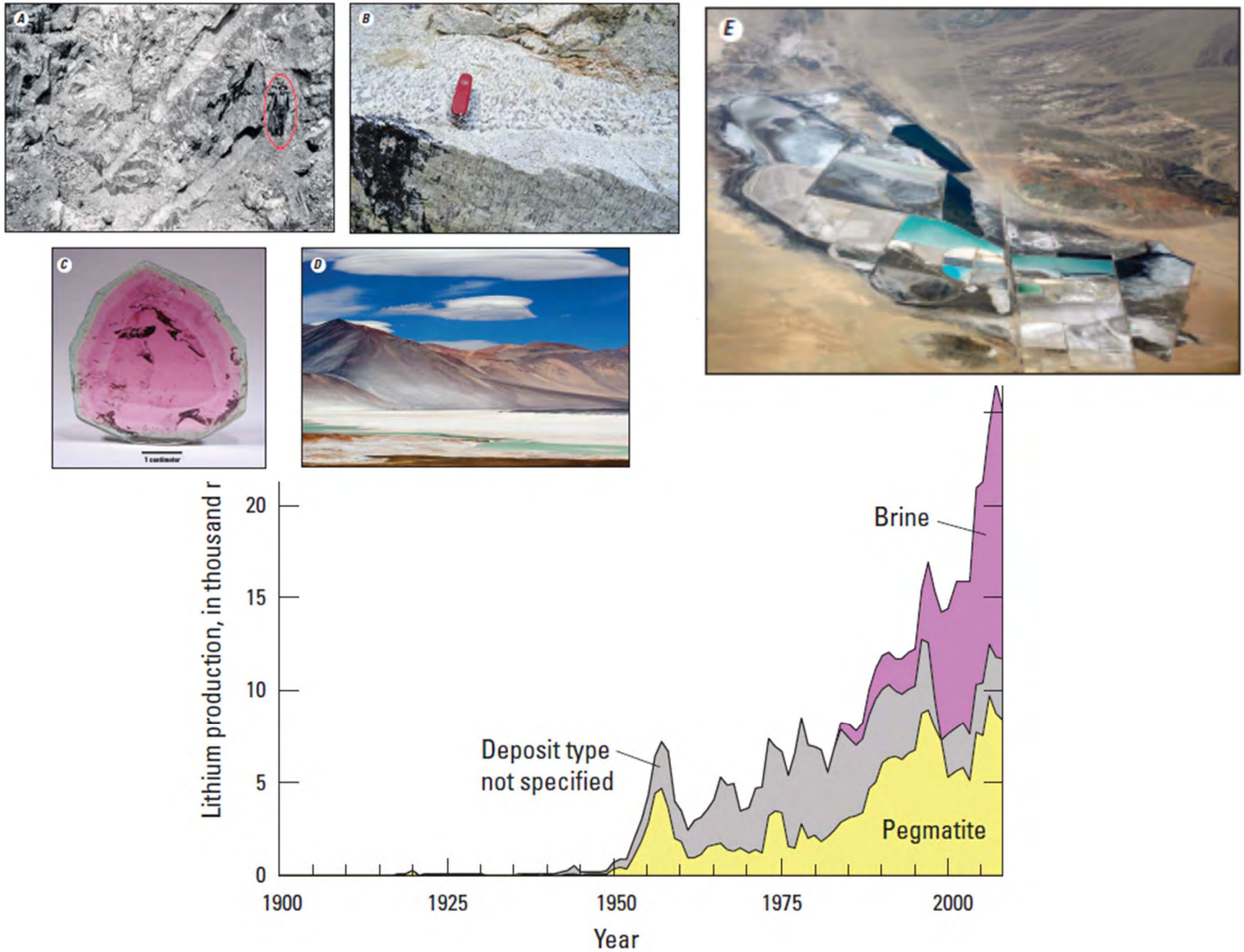


Chemical grade:
- batteries, batteries;
- lubricants
- pharmaceuticals
- aluminum alloys;

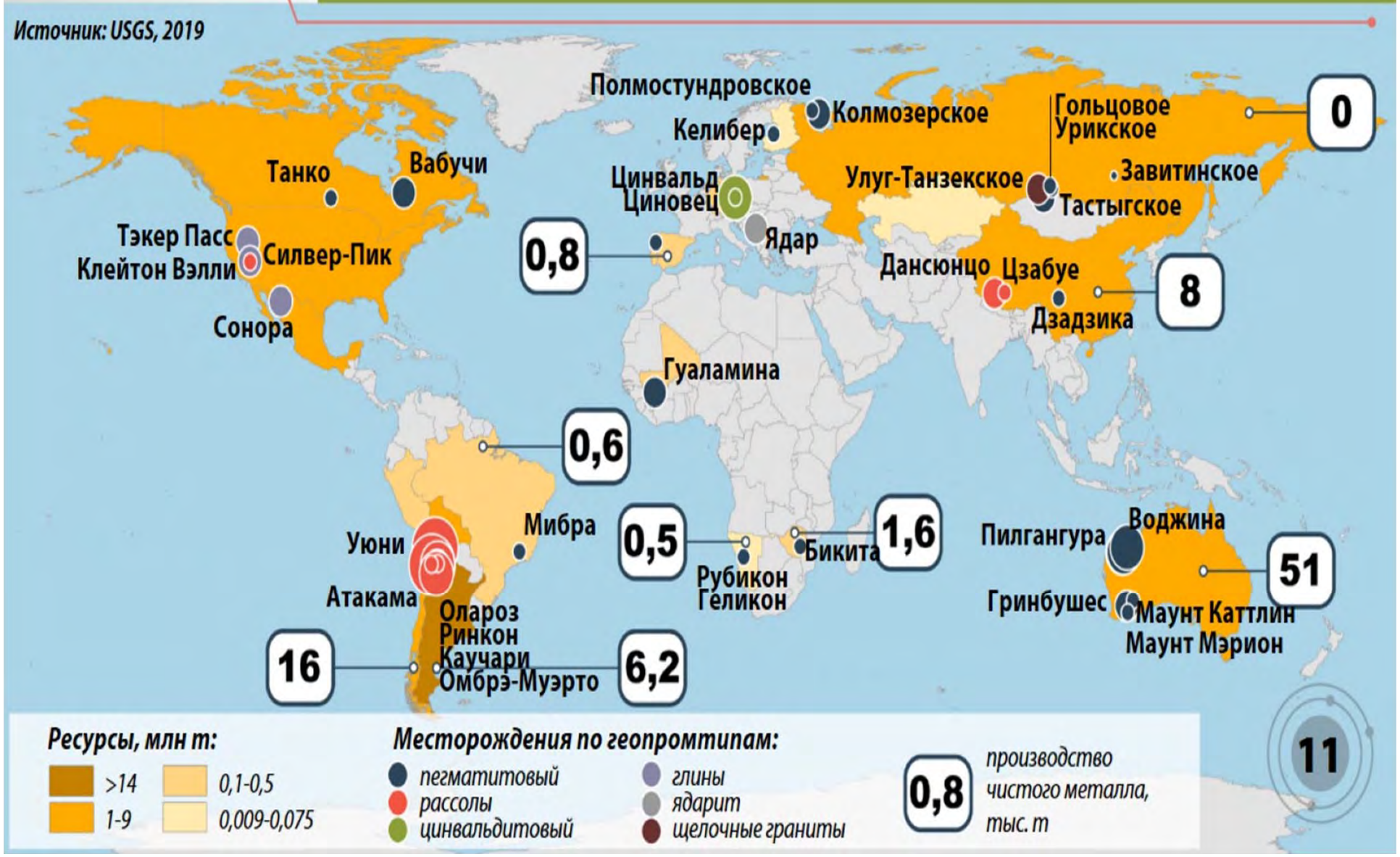
Technical grade:
- glass;
- ceramics;
- cements;
- aluminum alloys;

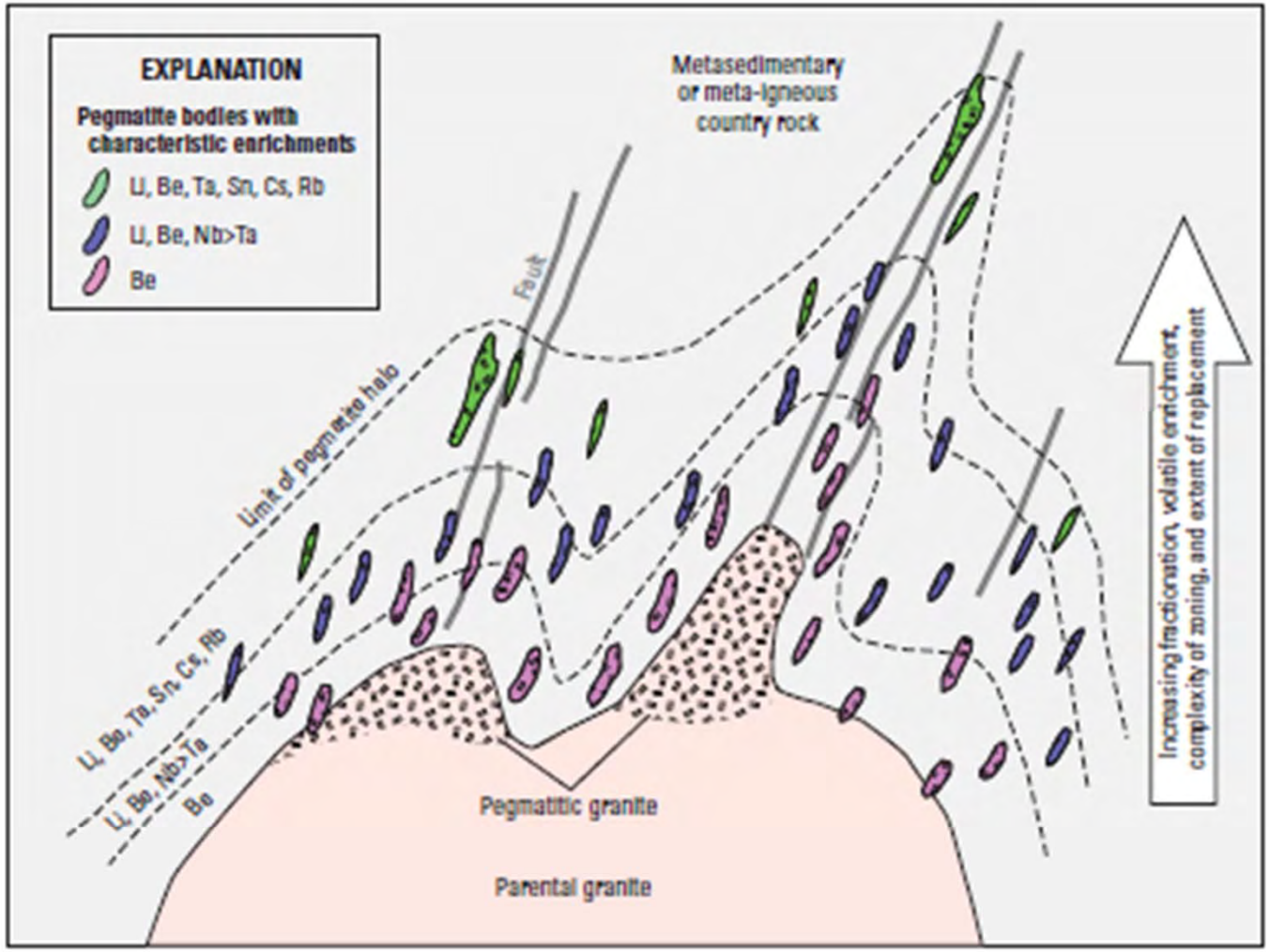
60%

40%


A
B
C
1 centimeter
D
E
Lithium production, in thousand r
20
15
10
5
0
1900
1925
1950
1975
2000
Year
Brine
Deposit type
not specified
Pegmatite

Где весь литий?





NOT TO SCALE

Figure K7. Schematic cross section showing the concentric arrangement of lithium-cesium-tantalum (LCT) pegmatites (small purple, blue, and green bodies) around a parental granite pluton. In this model, common pegmatites form near the parent, whereas pegmatites with enrichments in incompatible elements (indicated by chemical symbols) and corresponding rare minerals form farther away. Modified from Galeschuk and Vanstone (2005) and Trueman and Černý (1982). Be, beryllium; Cs, cesium; Li, lithium; Nb, niobium; Rb, rubidium; Sn, tin; Ta, tantalum

Smackover
Jadar Basin
Bigadiç
Taijanier Lake
Zhabuye Lake
DXC
OREGON
IDAHO
Kings Valley
NEVADA
UTAH
CALIFORNIA
Fish Lake Valley
Clayton Valley
Searles Lake
ARIZONA
NEW MEXICO
Hector
Salton Sea
BOLIVIA
Salar de Uyuni
CHILE
PARAGUAY
Salar de Atacama
Salar del Hombre Muerto
ARGENTINA
EXPLANATION
Lithium brines
Closed-basin
Oilfield
Geothermal
Lithium-enriched strata
Lithium clays
Lithium zeolites

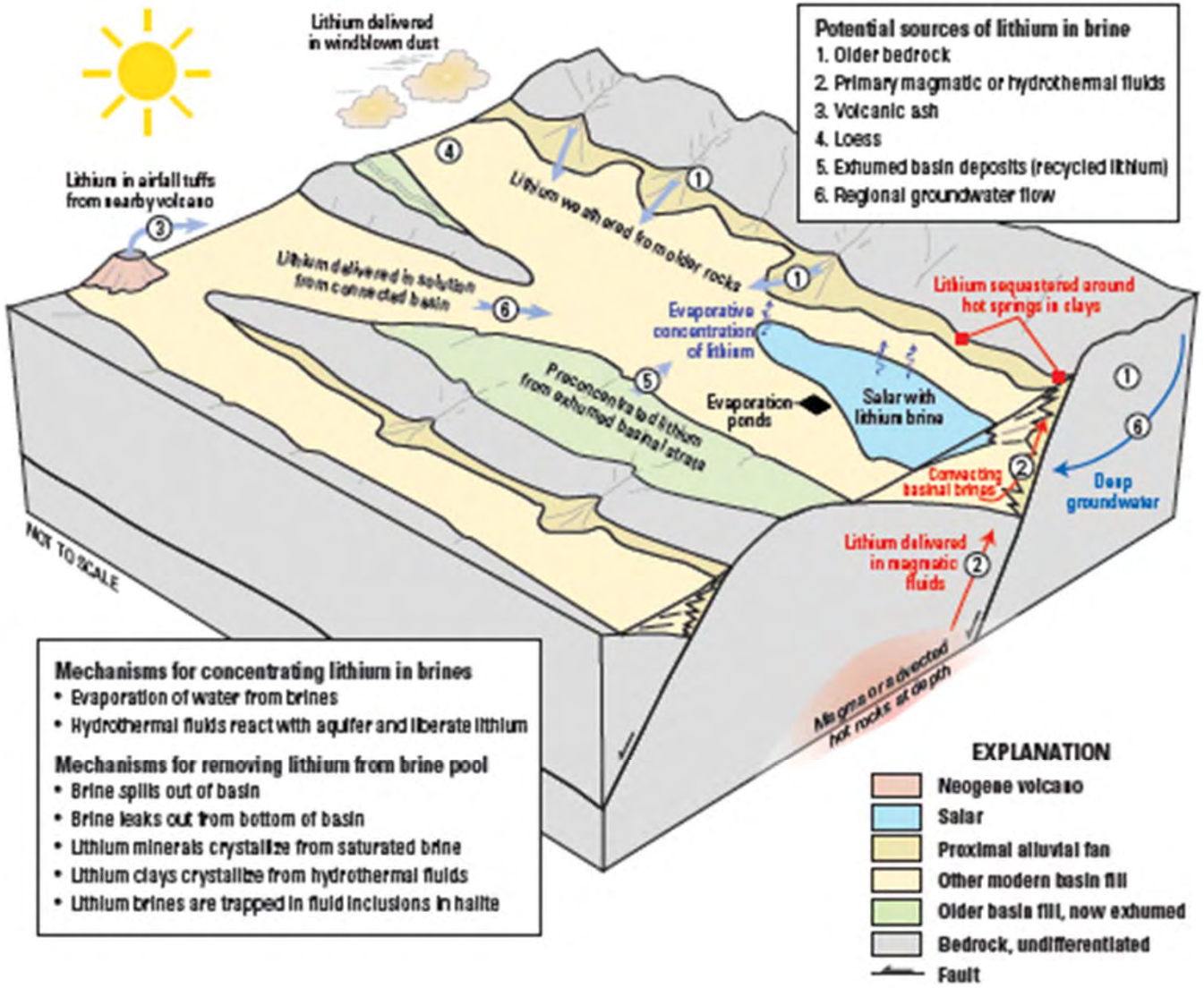
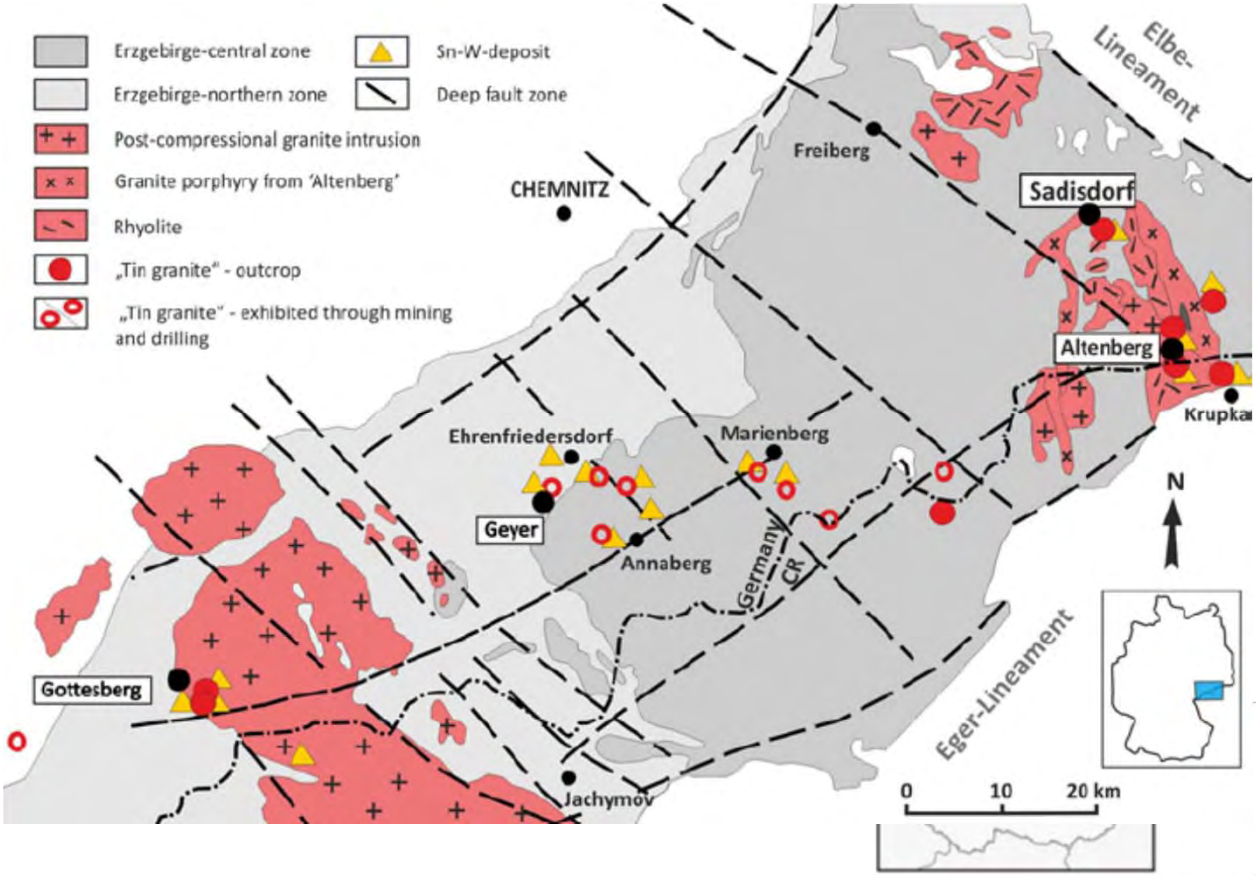
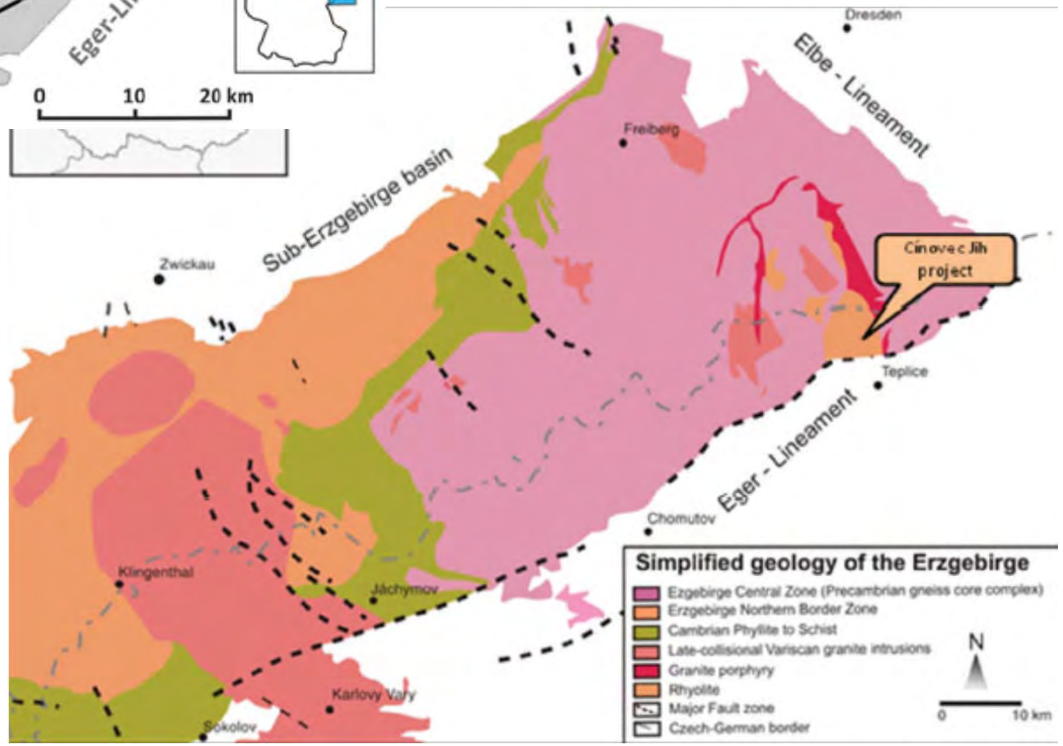


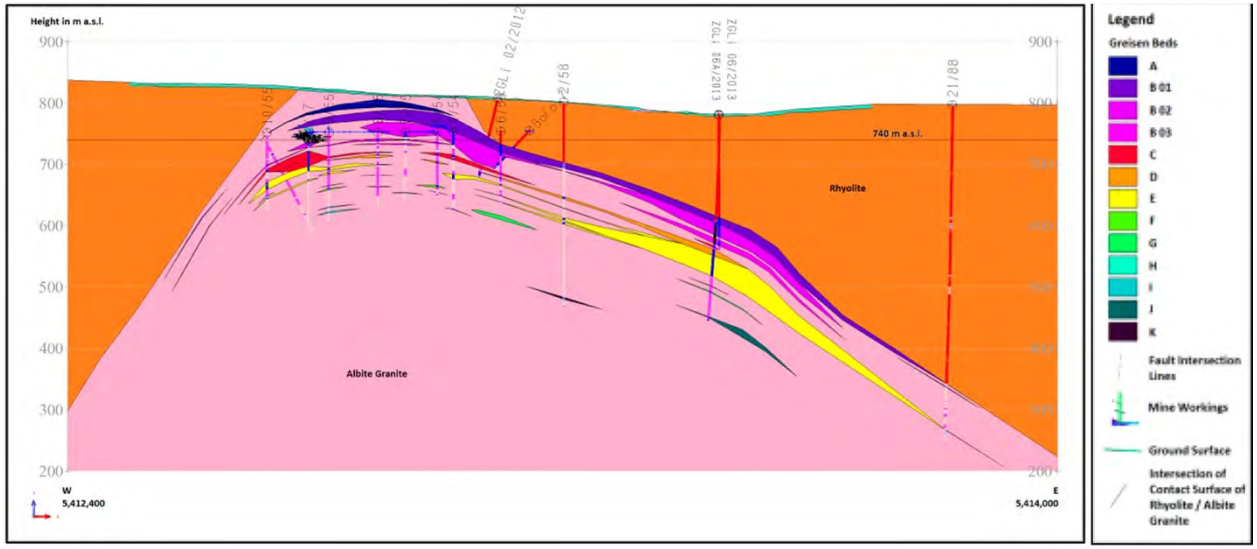
Figure K8. Conceptual ore-deposit model for lithium brine. An extensional basin is shown, but basins in active contractional and strike-slip tectonic settings are also prospective, the requirement being that the basin is closed. From Bradley and others (2013) and Munk and others (2016).

Германия



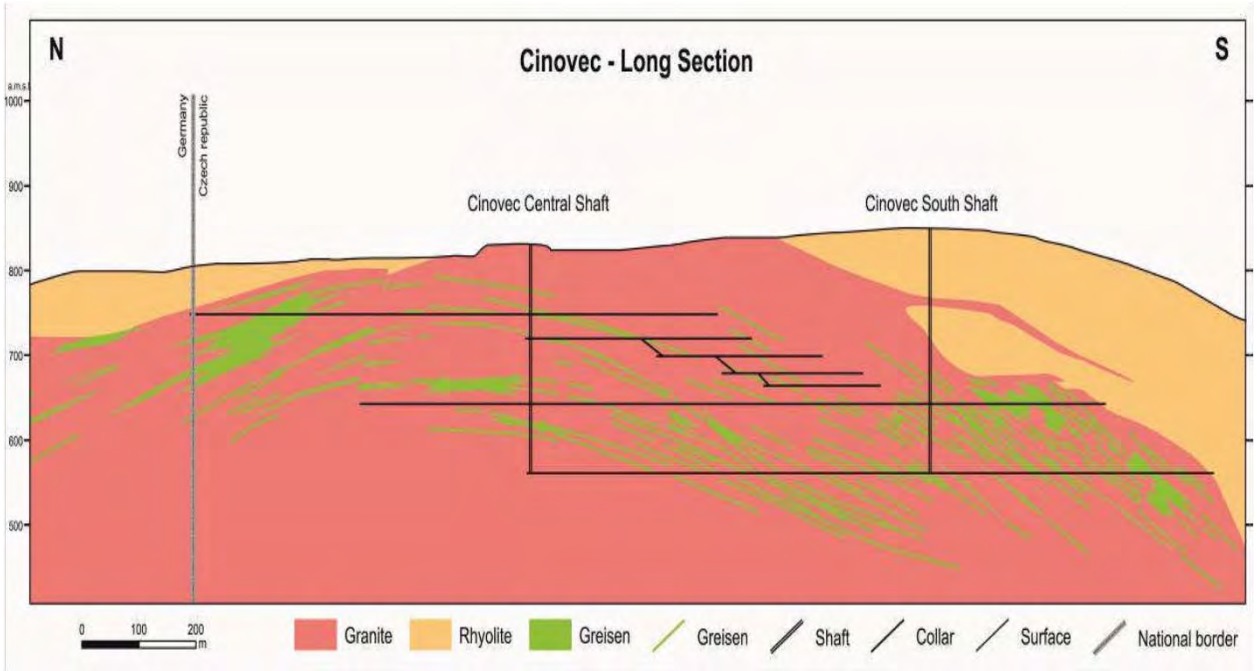
Чехия

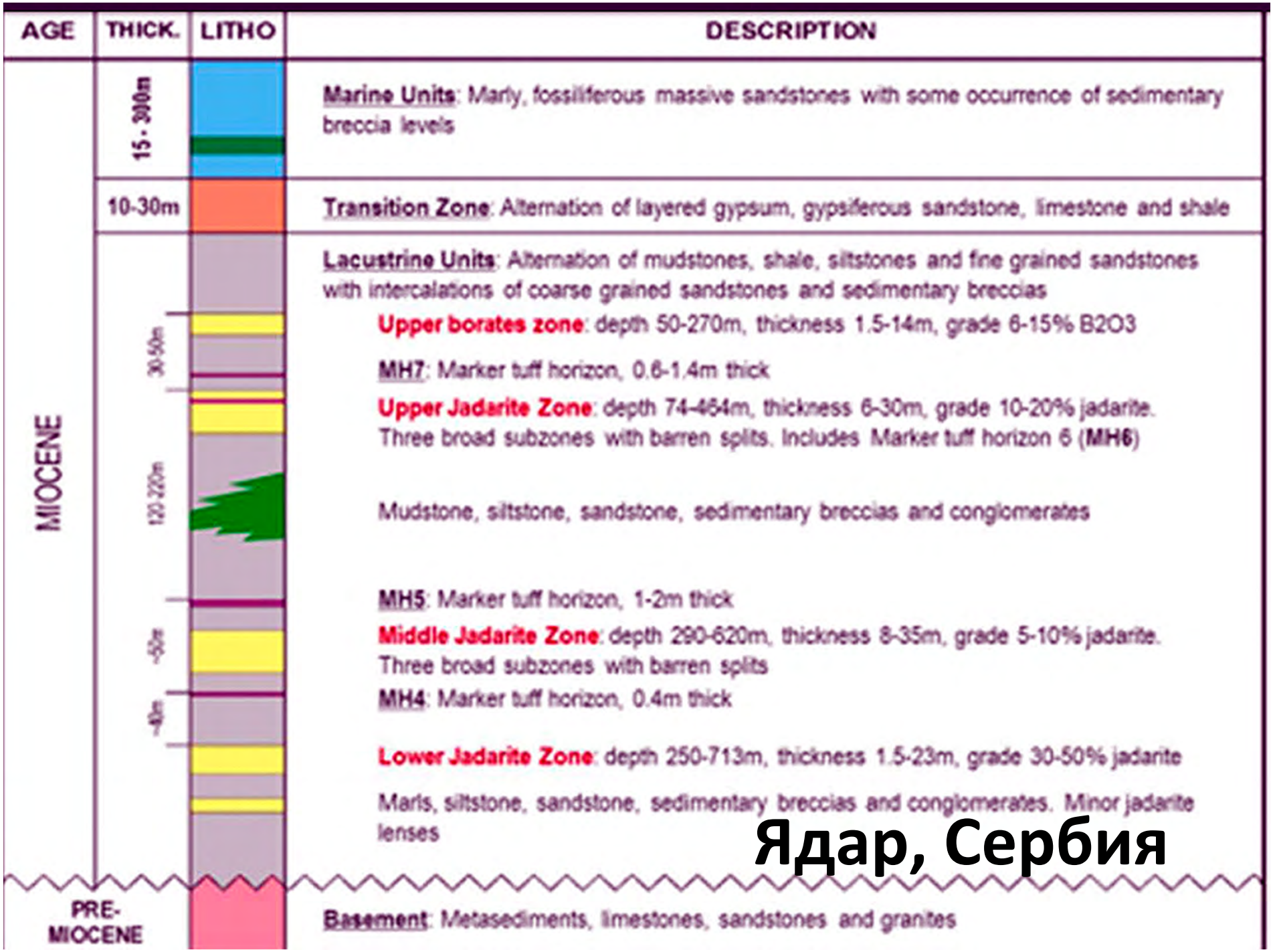




Германия

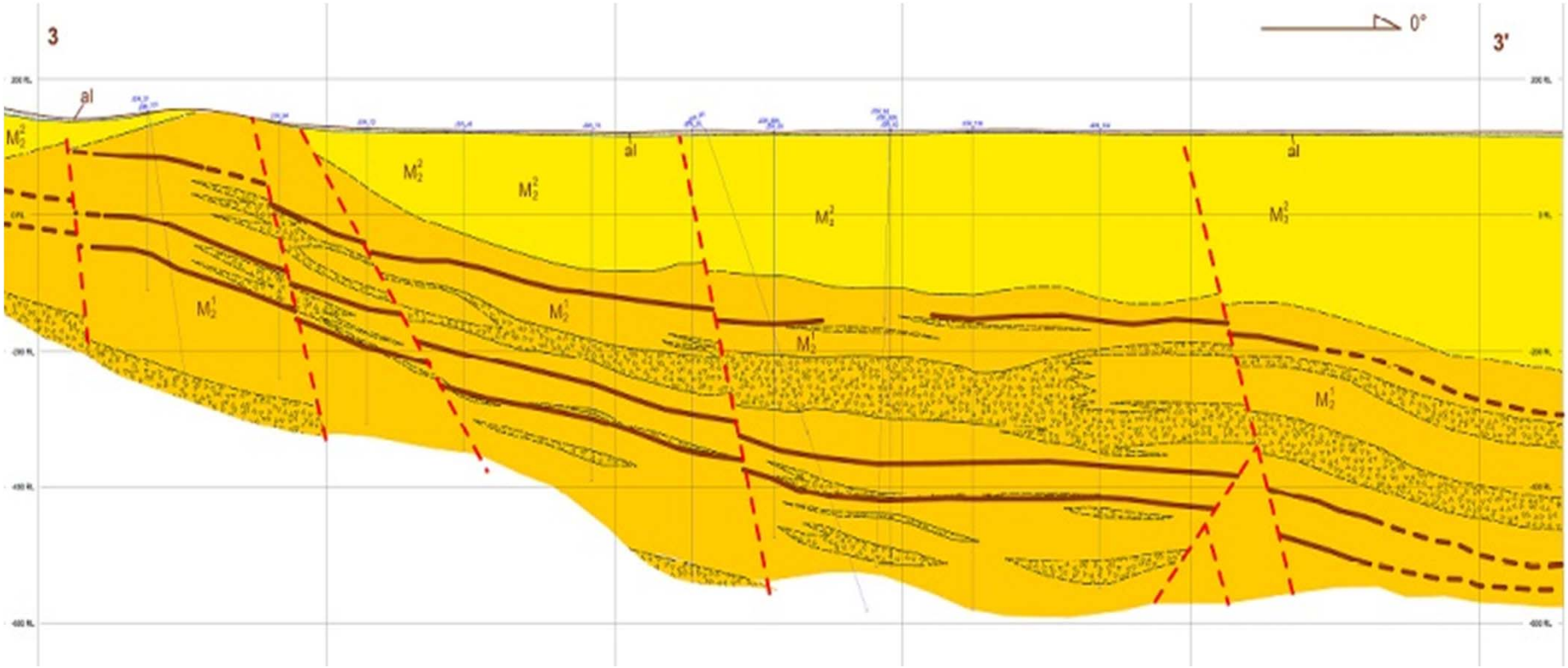
Чехия

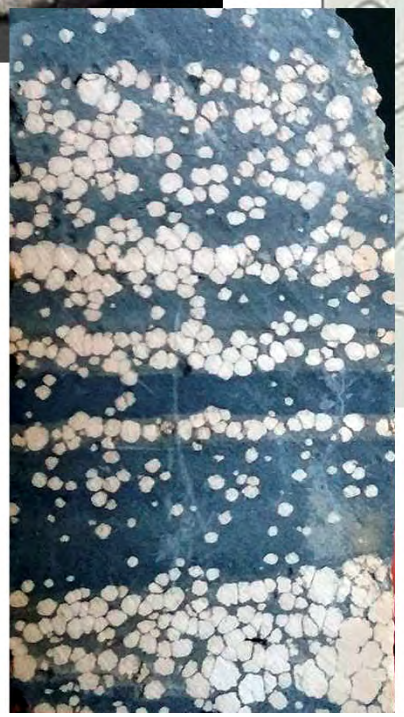


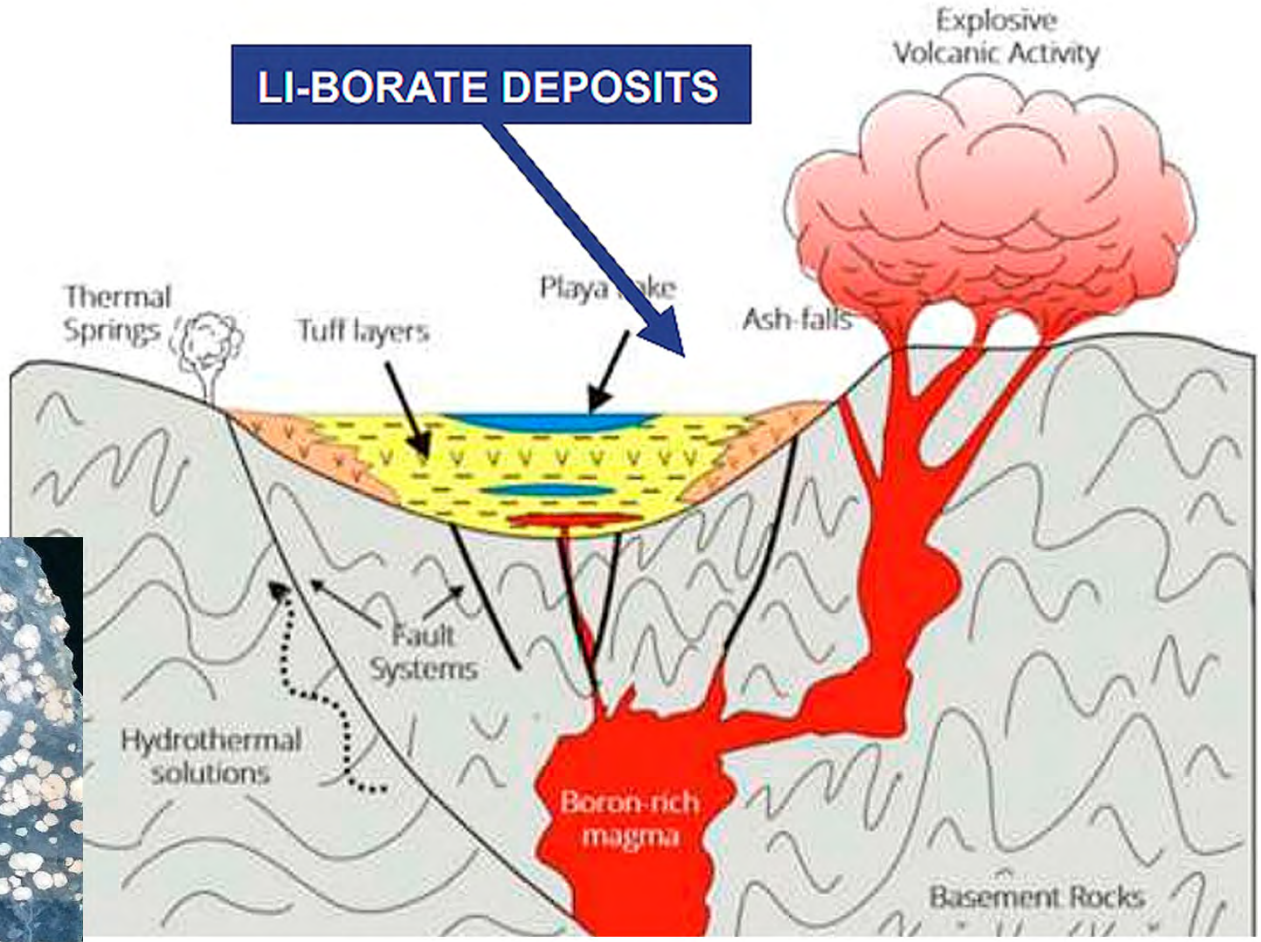

AGE
THICK.
LITHO
DESCRIPTION
MIOCENE
15 - 300m
Marine Units: Marly, fossiliferous massive sandstones with some occurrence of sedimentary breccia levels
10-30m
Transition Zone: Alternation of layered gypsum, gypsiferous sandstone, limestone and shale
Lacustrine Units: Alternation of mudstones, shale, siltstones and fine grained sandstones with intercalations of coarse grained sandstones and sedimentary breccias
30-50m
Upper borates zone: depth 50-270m, thickness 1.5-14m, grade 6-15% B2O3
MH7: Marker tuff horizon, 0.6-1.4m thick
Upper Jadarite Zone: depth 74-464m, thickness 6-30m, grade 10-20% jadarite. Three broad subzones with barren splits. Includes Marker tuff horizon 6 (MH6)
120-220m
Mudstone, siltstone, sandstone, sedimentary breccias and conglomerates
MH5: Marker tuff horizon, 1-2m thick
~50m
Middle Jadarite Zone: depth 290-620m, thickness 8-35m, grade 5-10% jadarite. Three broad subzones with barren splits
MH4: Marker tuff horizon, 0.4m thick
~40m
Lower Jadarite Zone: depth 250-713m, thickness 1.5-23m, grade 30-50% jadarite
Marls, siltstone, sandstone, sedimentary breccias and conglomerates. Minor jadarite lenses
PRE-MIOCENE
Basement: Metasediments, limestones, sandstones and granites

Ядар, Сербия

Ядар, Сербия



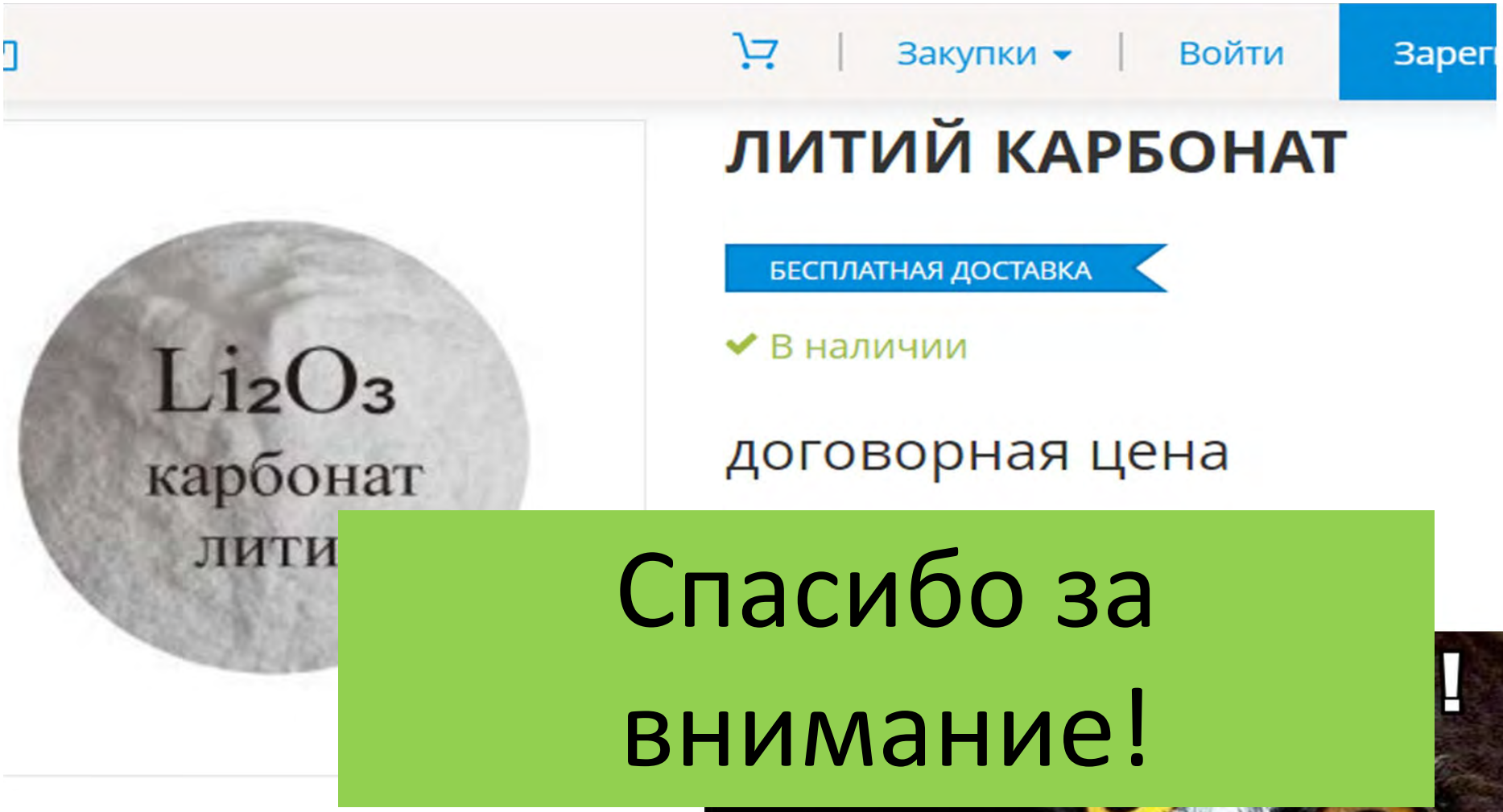



LI-BORATE DEPOSITS
Explosive Volcanic Activity
Thermal Springs
Tuff layers
Playa Lake
Ash-falls
Fault Systems
Hydrothermal solutions
Boron-rich magma
Basement Rocks

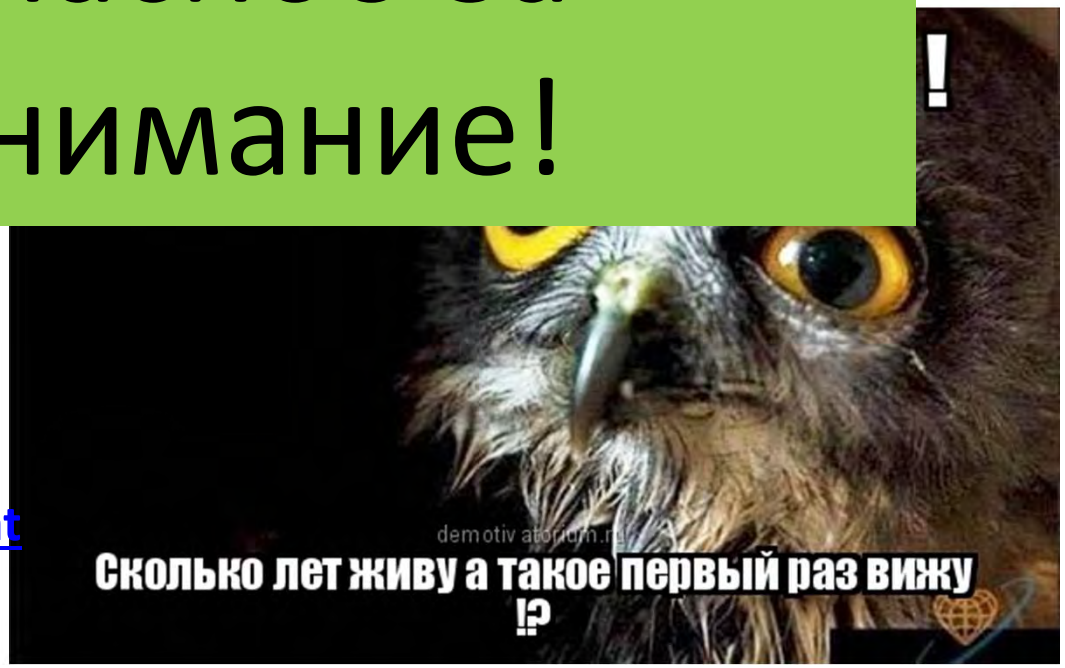
Район Колмозеро-Воронья. Инфраструктура

Инвестиции:

- **дорога от пос. Ловозеро - 50 км;**
- **строительство ЛЭП - 50 км;**
- **строительство мостов через р. Воронья - 2**



Спасибо за внимание!



http://www.carbid-bora.ru/goods/78464464-liti_karbonat