

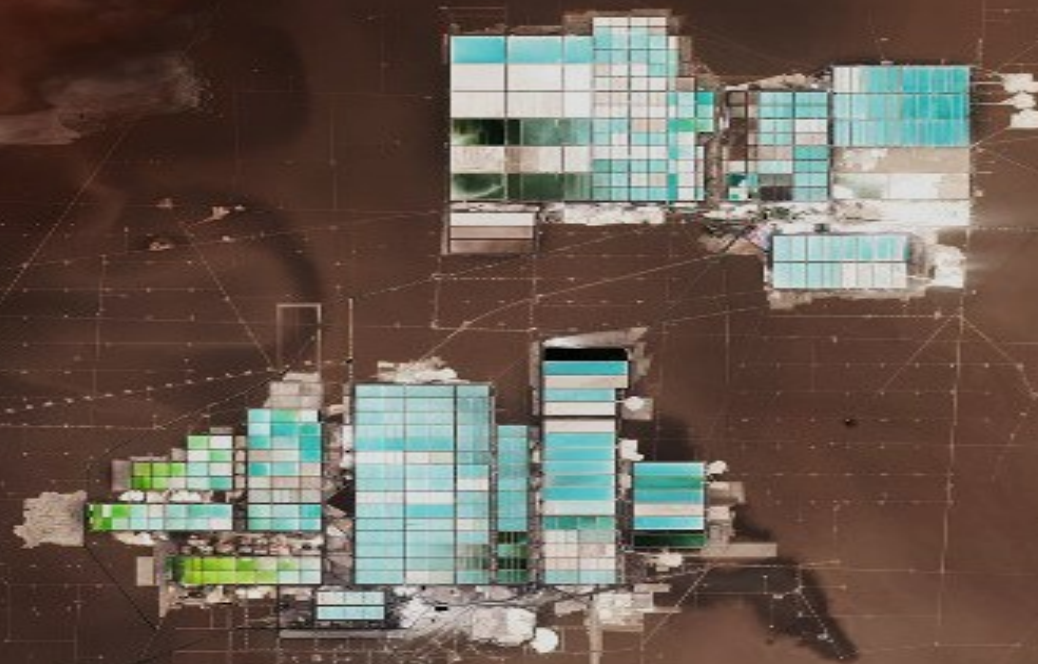


Обзор провинций литиевого гидроминерального сырья.

Условия формирования месторождений подземных литиеносных рассолов.

Кузьменко П.С.

- 1. Обзор гидроминеральных провинций .*
- 2. Главный критерий прогноза - ареал распространения галогенных формаций.*
- 3. Критерии и факторы необходимые для увеличения концентраций Li.*
- 4. Наиболее перспективные площади и их потенциал.*





Литиеносные гидроминеральные провинции России:

Контуры проведены по Кондициям литиеносных рассолов: 10 мг/л Li



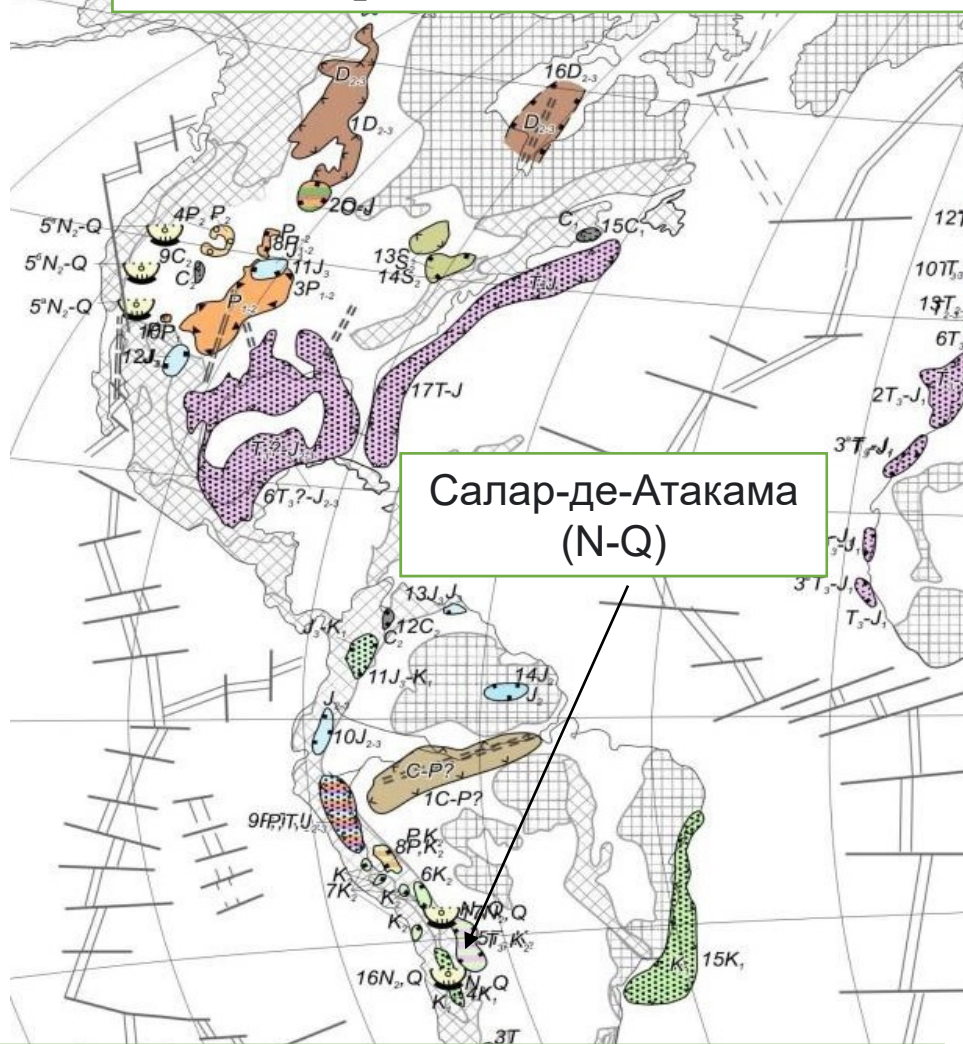
Проявления гидроминерального лития структурно расположены в соляных толщах и пространственно повторяют ареал галогенных формаций.

Главным критерием прогноза является ареал распространения галогенных формаций.

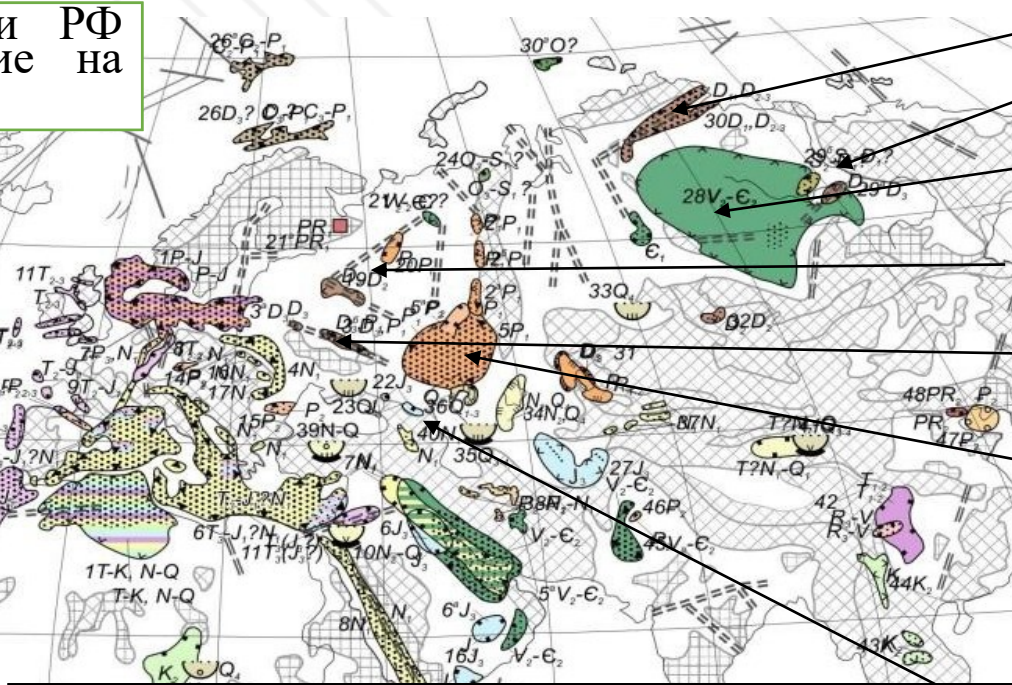


Мировые галогенные формации (палеосалары):

Современных саларов на территории РФ мало, но следует обратить внимание на палеосалары:



Салар-де-Атакама (N-Q)



Хатангский прогиб
Вилюйская синеклиза; (D)
галогенная формация Сибирской платформы (V-Є)
Московская Синеклиза(D),
Днепровско-Донецкая впадина (D),
Предуральский прогиб,(P)
Прикаспийская синеклиза(P)
Предкавказье (J3)

Соленосные бассейны России



Первичные накопления лития связаны с концентрированием их из морской воды в этапы формирования солеродных толщ.



Современное Южное Обрамление Сибирской Платформы



Формирование кембрийских соленосных толщ Сибирской платформы завершает эпоху Байкальской складчатости. Что характерно, большинство мировых эпох соленакопления приурочено к завершению циклов тектонического развития территорий.

ЛИТИЕНОСНЫЕ ЗОНЫ

- | | | | |
|--|-------------------|--|---------------------------------|
| | Высокоресурсные | | Потенциальные высокоресурсные |
| | Умеренноресурсные | | Потенциальные умеренноресурсные |

ГРАНИЦЫ

Провинций и областей

- | | | | |
|--|------------|--|-------------------------------------|
| | Надвиговые | | Разломные (без указания кинематики) |
|--|------------|--|-------------------------------------|

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Li₁ – Сподуменовые пегматиты
- Li₂ – Танталит-сподуменовые граниты
- Li₃ – Бериллоносные грейзены
- Li₄ – Колумбит-танталитовые и амблигонитовые граниты
- Li₅ – Поллуцит-сподуменовые пегматиты

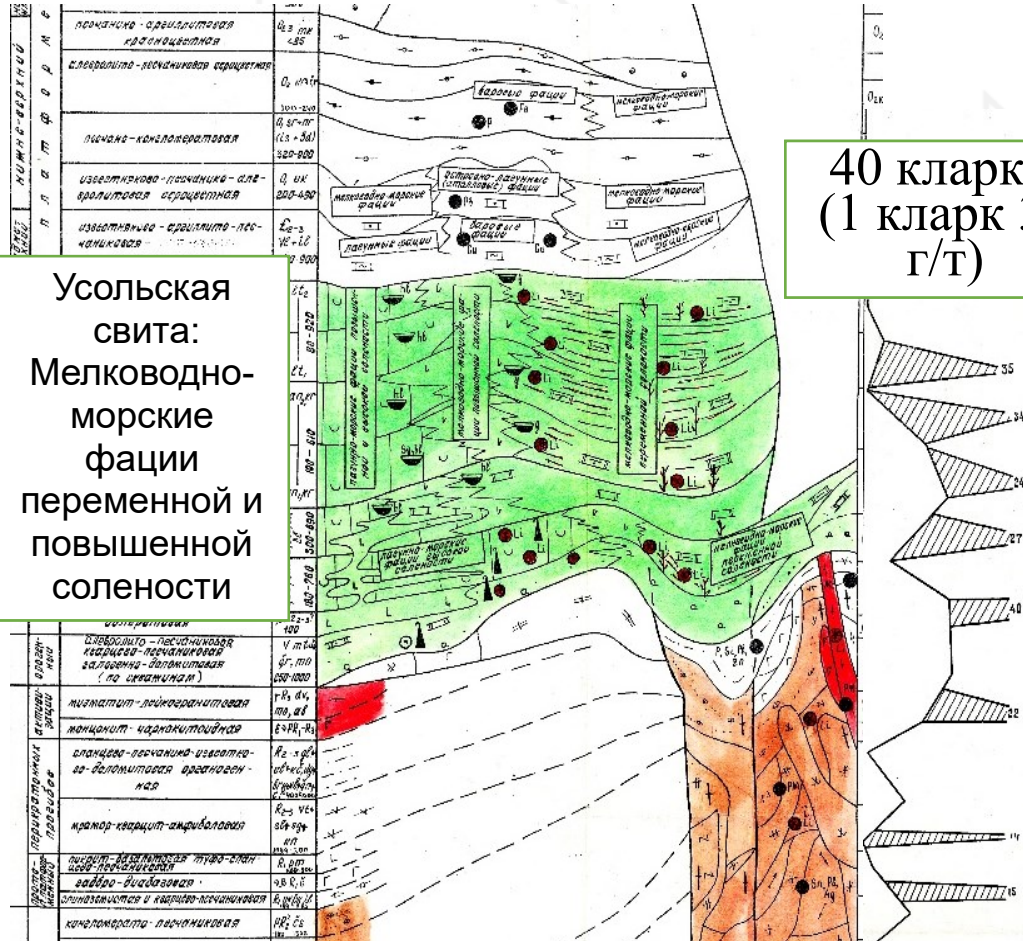
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛИТИЯ

- | | | | | | |
|--|---------|--|---------|--|-------|
| | Крупные | | Средние | | Малые |
|--|---------|--|---------|--|-------|



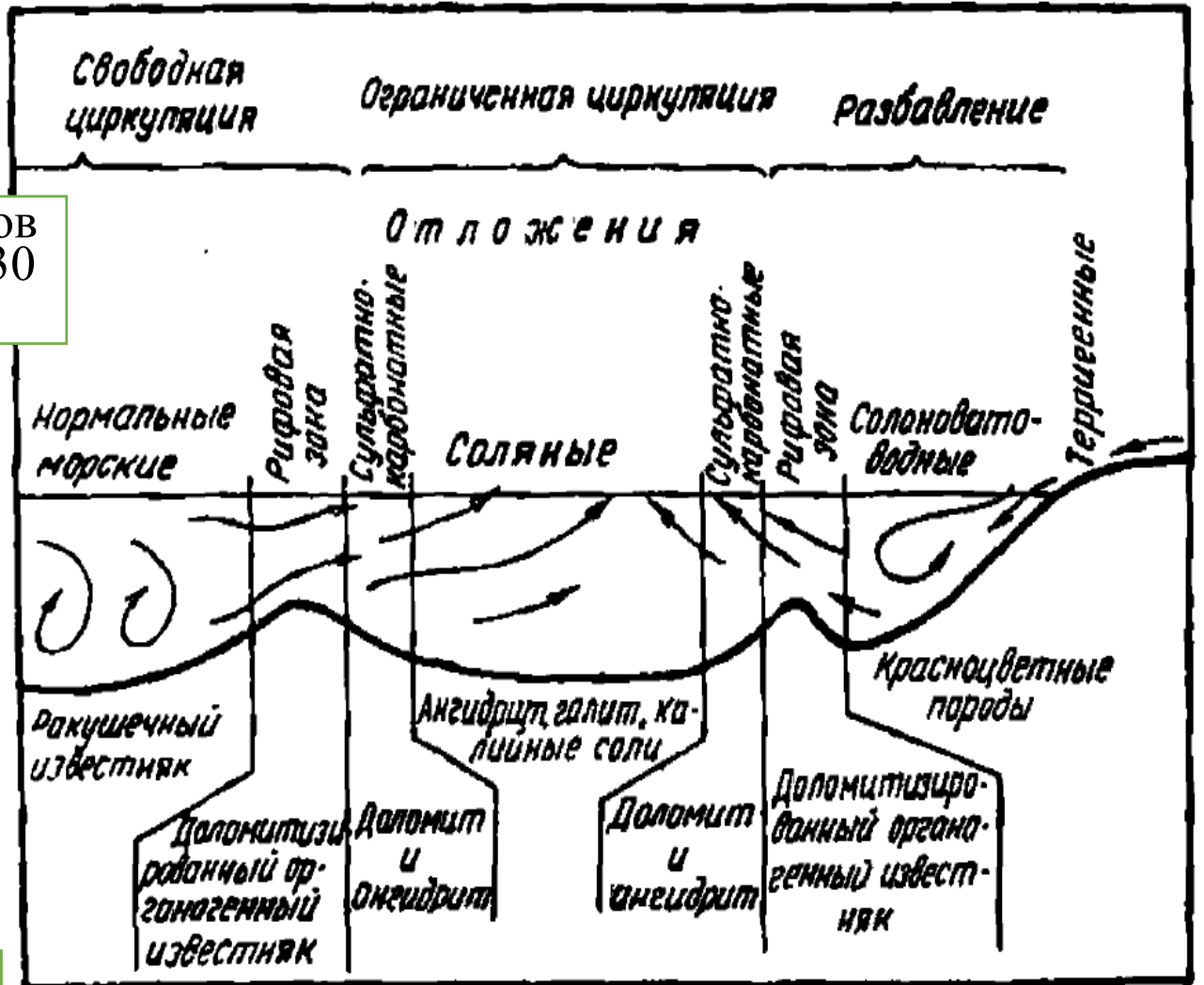
Фациальный и палеогеографический фактор лагуны

концентрации Li 0,12%



40 кларков
(1 кларк 30 г/т)

Усольская свита:
Мелководно-морские фации переменной и повышенной солености



Для локализации, важен Лагунно-морской тип осадков отгороженной баррами и рифами с высокой засоленностью, где происходит вторжение новых порций морской воды без потери содержащихся концентраций.

Собственных минералов не образуется из за высокой растворимости всех его солей, а изоморфному рассеянию препятствует резкое различие физико-химических параметров всех катионов солей. Li во всех стадиях существования солеродного бассейна, а остается в жидкой фазе.



Фациальный и палеогеографический фактор

Палеогеографические карты:

Усольское

Ангарское

Литвинцевское

0-48-Б 0-49-А

0-48-Б 0-49-А

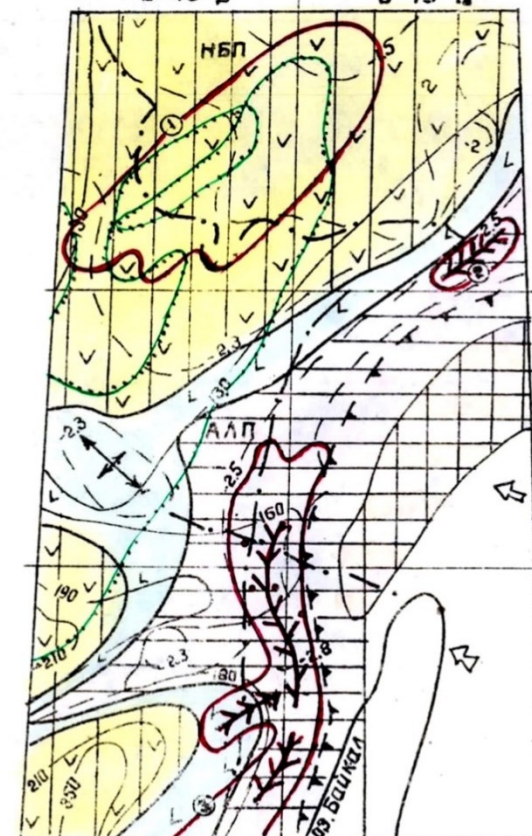
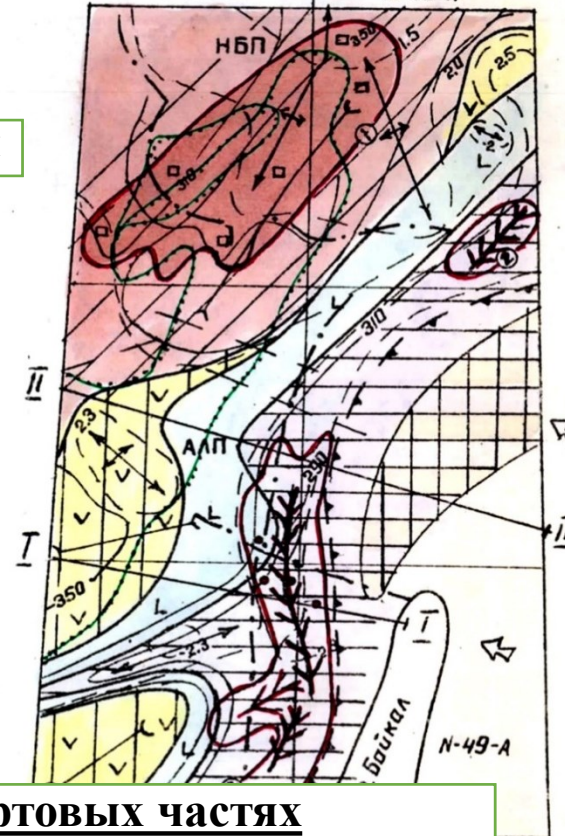
0-48-Б 0-49-А

Непский

Чичиканский

Литиеносные районы (гекторит)

Юхтинский



Локализация Li в осевых и прибортовых частях палеопрогибов.

В пределах Юхтинского рудного узла проявление «Тала» имеет среднее содержание лития 0,14%. (0,016-0,16, до 0,33%).

(P₂ - 500 тыс.т P₃ - 900 тыс.т)

- Мелководно-морские переменная солености
- Мелководно-морские повышенной солености (ангидритовый барьер)
- Мелководно-морские высокой солености

- Лагунно-морские периодически заболоченные повышенной солености
- Лагунно-морские интенсивно заболоченные

Границы литиеносных районов
1. Непский, 2. Чичиканский, 3. Юхтинский



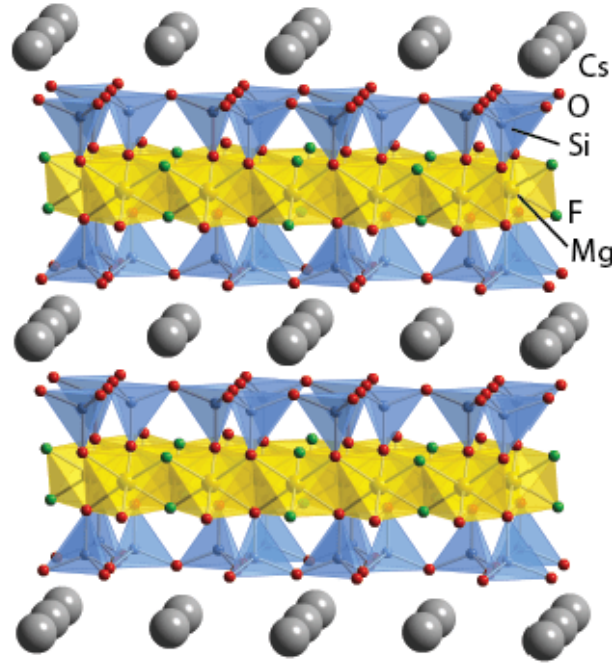
Минералогический фактор. Природные сорбенты. Литиевый минерал Гекторит.

Основным путем осаждения Li из раствора является сорбция его ионов глинистым веществом – природным сорбентом.



Гекторит (Калифорния) США

$\text{Na}_{0.3}(\text{Mg},\text{Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ Структура гекторита, состоит из слоев связанных октаэдров и тетраэдров, обычно сосредоточенных на Al, Si или Mg и разделенных катионами, такими как K^+ или Cs^+ .



Образуется при температуре (280-300°)



Гекторит Томпсон Вэйли (Аризона) США

Li - катионогенный элемент, и подвержен сорбции глинистыми частицами терригенных осадков, несущими отрицательный заряд. Особенно легко они входят в межпакетные пространства минералов гидрослюдисто-монтмориллонитовой группы, обладающих высокими адсорбционными свойствами.

Магматический фактор. Гекторит образуется в поствулканическую стадию.

Среди галогенно-карбонатных отложений залегают крупные силлы основных пород. Граница основных силлов (усольский силл) контролирует размещение сульфатного барьера, и дает температурный фактор образования гекторита. Гекторит образуется наряду с бентонитом как продукт изменения цеолитов ряда клиноптилолита из вулканического пепла и туфа с высоким содержанием стекла.

1 – граница Лено-Тунгусской НГИ.

Поля траппов:

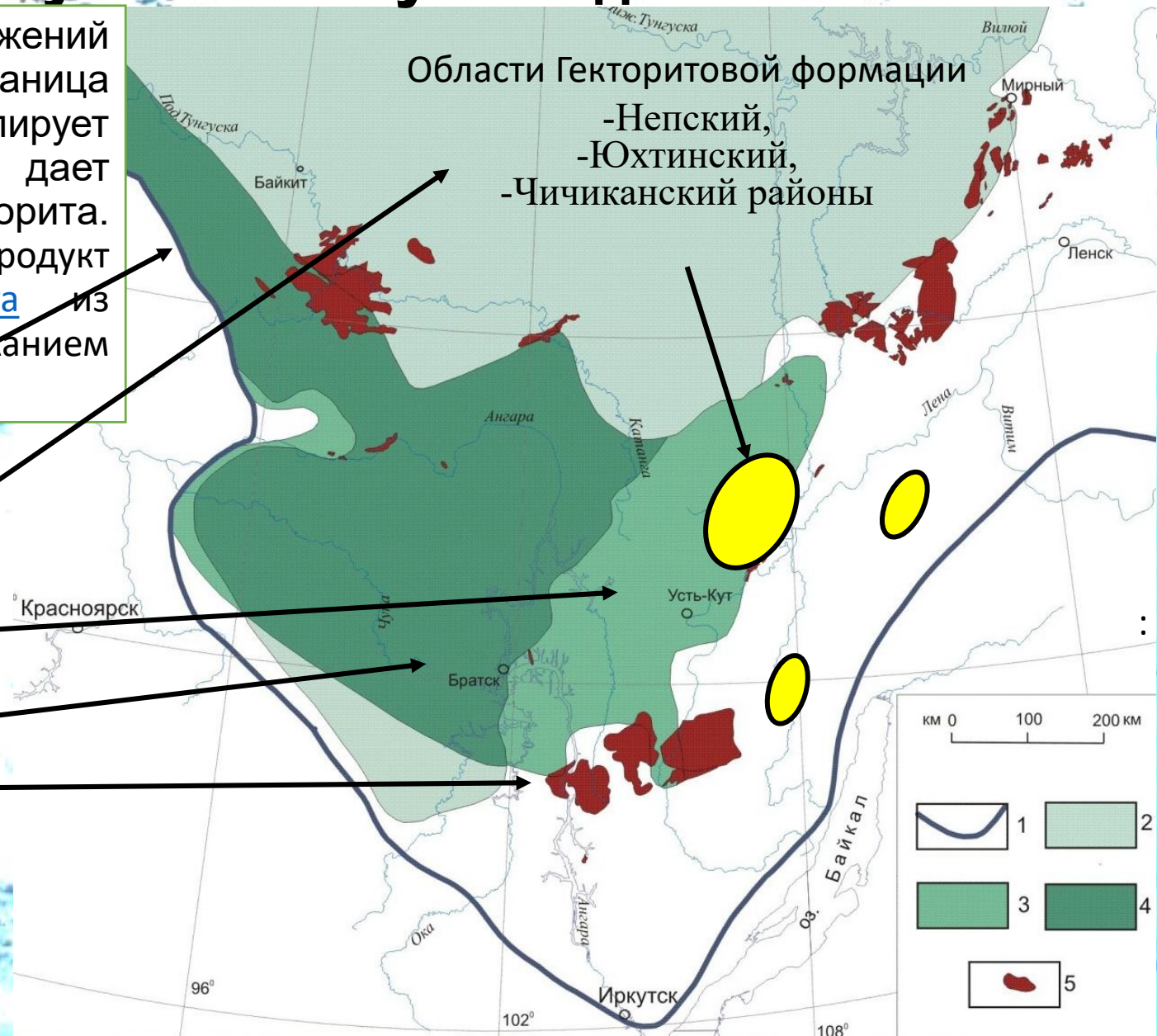
2 - территория развития пластовых интрузий в верхней половине осадочного чехла,

3 – **Усольский силл**,

4 – наложение на Усольский силл поля развития вышележащих интрузий.

5 – месторождения нефти и газа

Гекторитовая метаморфизованные стратоуровни под влиянием силлов литиеносные



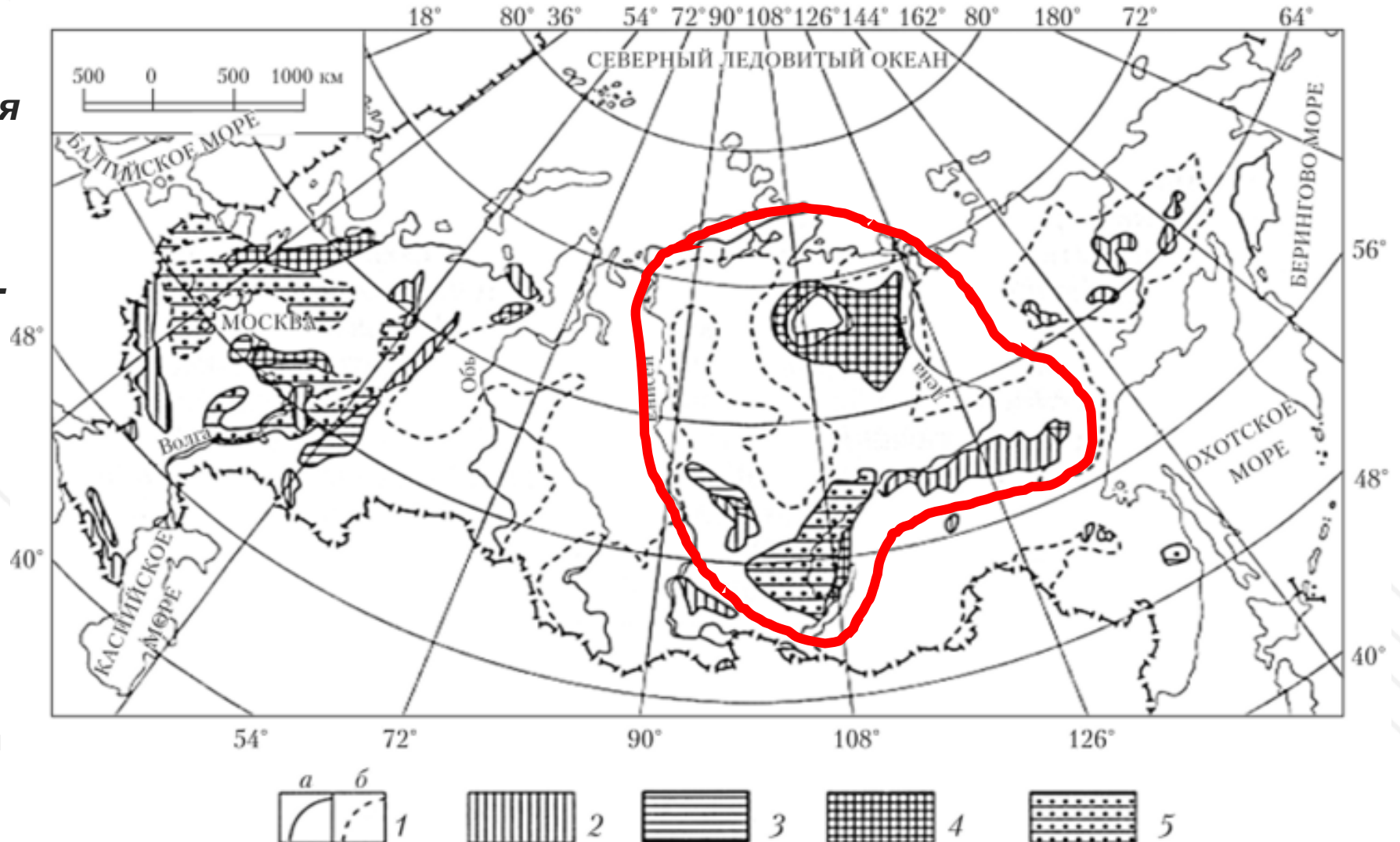


Развитие карста и подземного выщелачивание. (образование коллеторов)

Важным необходимым условием залегания подземных рассолов (как и нефти) является наличие вмещающего коллектора. Карбонатно-галоге́нная формация - идеальное место для развития карстовых процессов.

1 — карстующися породы: а - открытый карст, б — глубинный карст; 2—3 — литологические типы открытого карста: 2 — карбонатный, 3 — сульфатный; 4 — переслаивание карстующихся пород; 5 — переслаивание карстующихся и некарстующихся пород выработки.

Схема распространения карста на территории России:





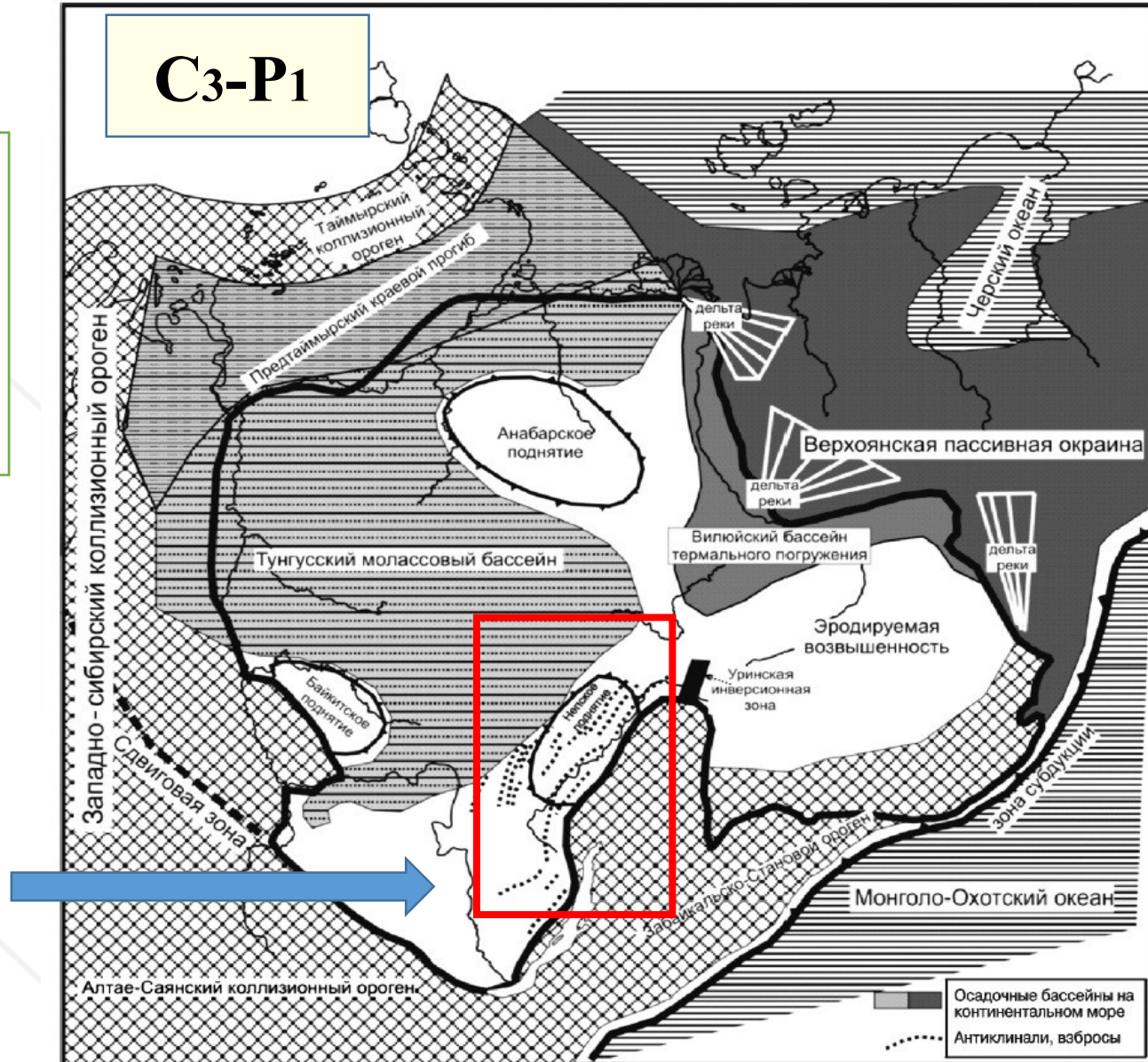
Метаморфизация и повышение концентраций Палеоофациальный и палеотектонический факторы

Метаморфизм и метосоматоз.

образование в седиментационных рессолах избыточных концентраций редких щелочных элементов путем геохимических взаимодействий с вмещающими породами первичных хлормагнеговых рессолов происходит их метаморфизация в хлоркальциевые рессолы..

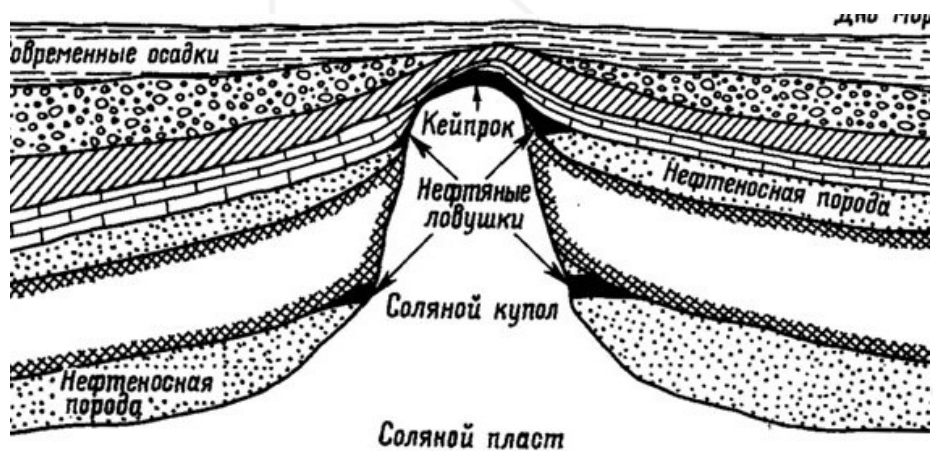
Стратиграфические перемывы.

Миграции солеродных бассейнов в пространстве и времени приводит к перемыву отложений и перераспределению состава солей в них, что также могло обусловить и вторичную концентрацию солей лития. (применительно к рассматриваемой территории-кембрий и поздний карбон-ранняя пермь)

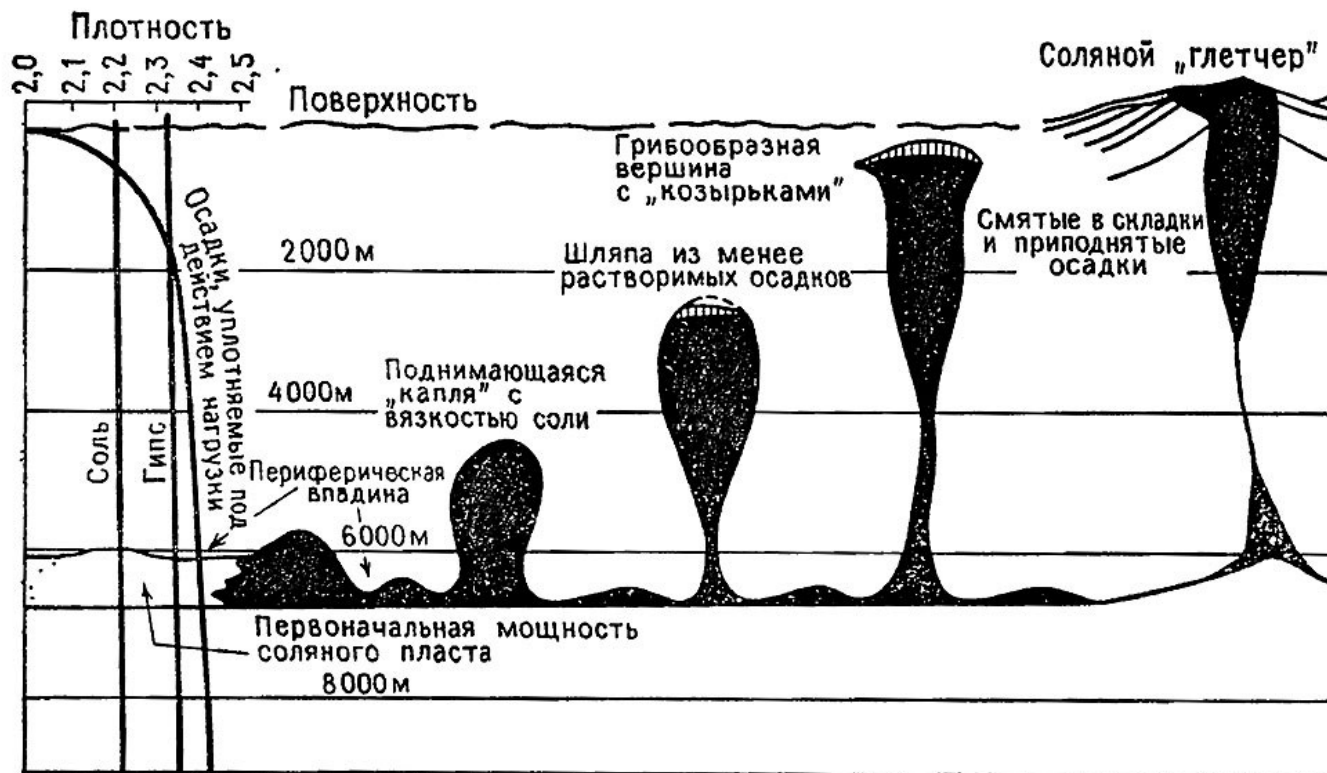




Суффозия, мульды, соляной карст, подземное выщелачивание



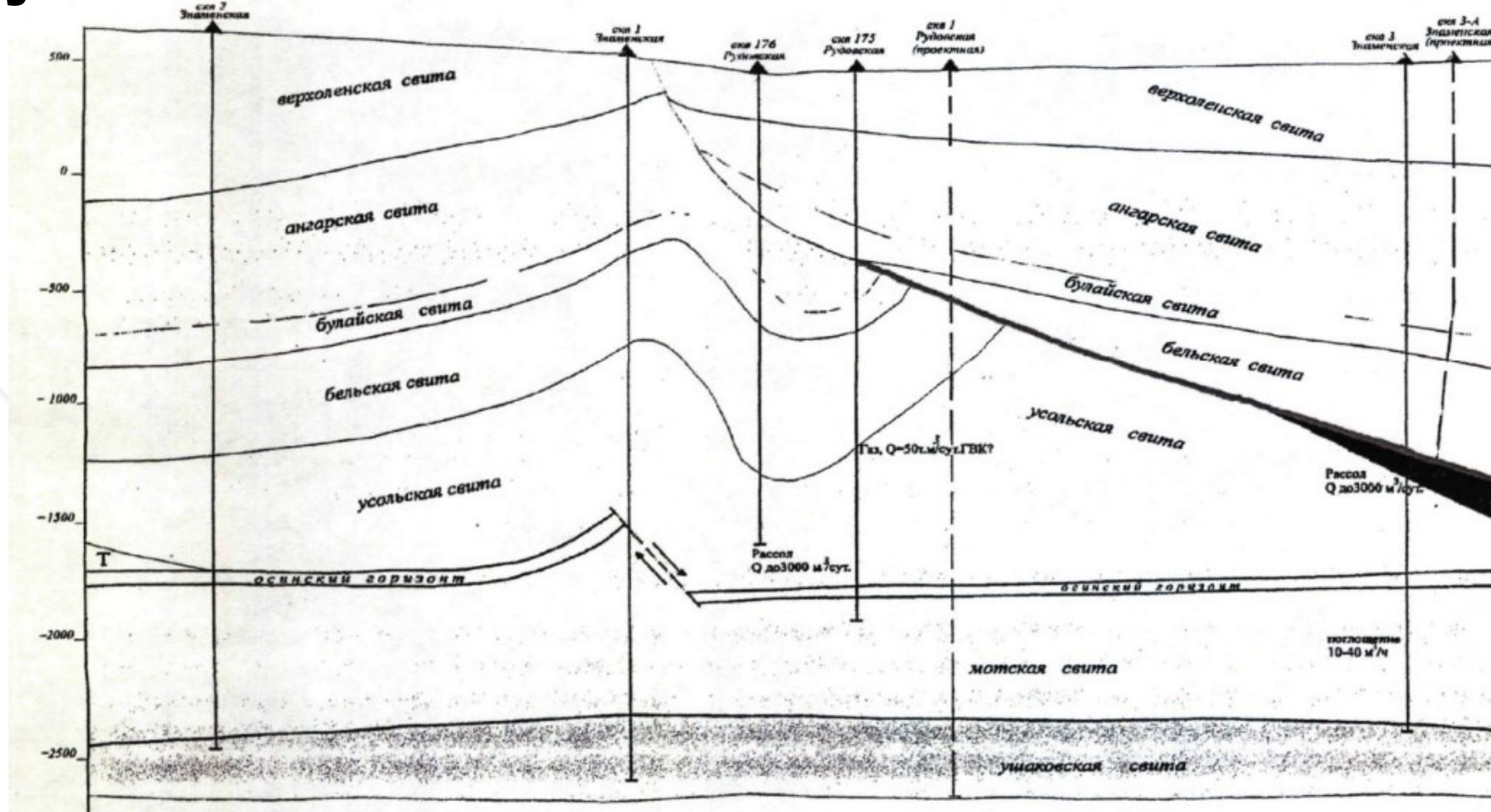
Формирование локальных солянокарстовых мульд за счет глубинного соляного карста, и выщелачивание каменной соли ниже верхней границы циркуляции подземных вод.



MZ-KZ наложенные впадины образовались в результате подземного выщелачивания пластов каменной соли. Мощность размытых соляных толщ за период юрского и кайнозойского периодов до 560-800 метров поределена по древним (доюрским и мел - палеогеновым) поверхностям выравнивания.



Знаменская площадь: надвиг является структурной ловушкой



Процесс глубинного соляного карста создает движение (инфильтрацию) пластовых вод по субвертикальным зонам трещиноватости, размыв нижних пластов каменной соли и дальнейшее опускание этих рассолов вниз до региональных водоупоров. Одновременно предполагается существование участков, зон, очагов разгрузки. Дренирующим выступает нижний из водоносных горизонтов или зона тектонического сместителя;



Наиболее важные геологические критерии прогнозирования подземных литиеносных вод, необходимых для выделения перспективных площадей.

Критерии, отвечающие за накопление лития в толщах:

Региональный – ареалы галогенных формаций, рассматриваемых как палеосалары.

Палеогеографический – лагунные морские отложения зон аридного климата.

Палеофациальный – литиеносные горизонты, тяготеют к фациальной границе зон мелководно-морской шельфовой переменной солёности и мелководно-морской повышенной солёности на сульфатном барьере.

Стратиграфический - повышенные концентрации лития на определенных стратоевровнях (Усольская, Верхнебельская, Ангарская и Литвинцевская свиты для Сиб. платформы)

Минералогический – Li подвержен сорбции глинистыми частицами терригенных осадков, несущими отрицательный заряд. Особенно легко они сорбируются минералами гидрослюдисто-монтмориллонитовой группы.

Магматический – Граница основных силлов контролирует размещение сульфатного барьера, образование гекторита, и поднятия – контролирующих галогенез.

Критерии, отвечающие за повышение концентраций и образование Li рассолов :

Метаморфический – взаимодействие рассолов с вмещающими породами вызывают высокие концентрации лития и рубидия, которые невозможно получить при испарительном концентрировании морской воды.

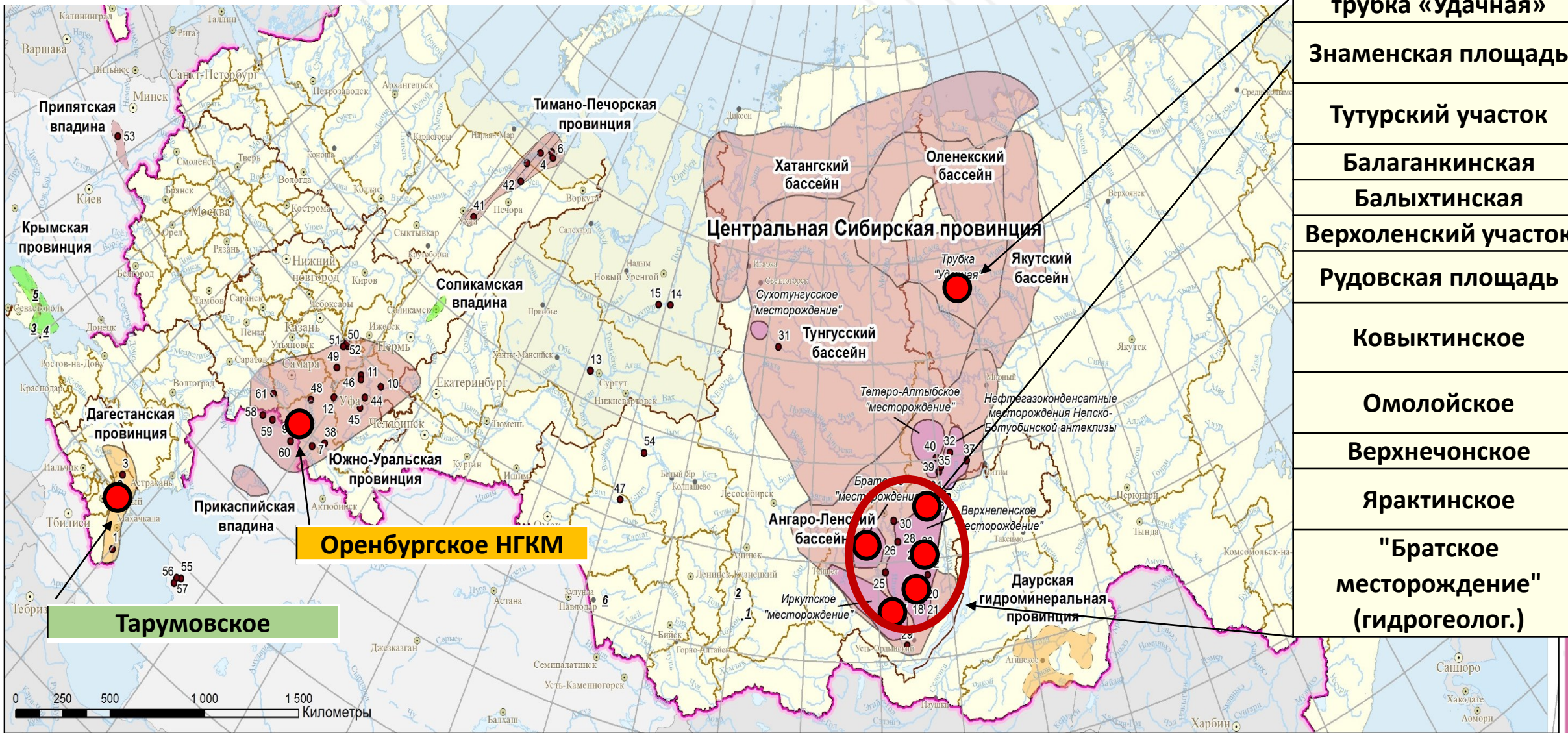
Стратиграфический - приуроченность зон повышенных концентраций лития к стратоевровням, определяемым перерывами, в осадконакоплении и миграция соляного бассейна и перемычками.

Структурно-тектонический - фактор выражен в приуроченности к зонам глубинных разломов, проявленных в фундаменте, а также в осадочном чехле, их опережающим системам, узлам пересечения, которые обуславливают блоковое строение фундамента и определяют расположение фациальных зон. На примере Сибирской платформы региональные надвиги приводят к образованию валов, мульд и соляных диапиров, а также разломы фундамента обуславливают палеоструктуры в кембрийских галогенных формациях, а также контролируют зоны повышенной трещиноватости и как следствие активизацию карстовых процессов, которые приводят к миграции подземных рассолов.

Критерии прогноза можно распространить на другие литиеносные провинции (Волго-Уральскую, Дагестанскую и пр.)



Перспективные площади (для опытных работ и для постановки добычи)





Предварительная оценка потенциала наиболее перспективных объектов.

Название объекта	В год	Всего (на 25 лет)
Тарумовское	789 т Li / 4200 т Li ₂ CO ₃	19 727,4 т Li / 105 000 т Li ₂ CO ₃
Оренбургское НГКМ	40 т Li / 212 т Li ₂ CO ₃ в год	1 000 т Li / 5 322 т Li ₂ CO ₃
Кимберлитовая трубка «Удачная»	от 307 до 592 т	10 000 т Li
Знаменская площадь	от 320 до 1953 т Li / до 10 300 т Li ₂ CO ₃ в год	около 30 000-53 000 т / 159 676 - 282 094 т Li ₂ CO ₃
Тутурский участок	от 128 до 1437 т Li / от 681 до 7 648 т Li ₂ CO ₃ в год	до 36 000 т Li / до 230 000 т Li ₂ CO ₃
Балаганкинская площадь	98 т Li / 521 т Li ₂ CO ₃ в год	20 000 т Li / 106 450 т Li ₂ CO ₃
Балыхтинская площадь	17 т Li / 90,4 т Li ₂ CO ₃ в год	425 т Li / 2 260 т Li ₂ CO ₃
Верхоленский участок	до 363,5 т Li / 1 934 т Li ₂ CO ₃ в год	9 000 т Li / 48 350 т Li ₂ CO ₃
Рудовская площадь	271 т Li / 1 442 т Li ₂ CO ₃ в год	6700 т Li / 36 000 т Li ₂ CO ₃
Ковыктинское месторождение	от 9 до 702 т Li / до 3 736 т Li ₂ CO ₃ в год	до 1800 т Li ₂ CO ₃ , 5530 т литийсодержащих добавок, литиевых фтористых солей - 96,8 тыс. т.
Омолойское месторождение	от 526 до 1050 т Li / от 2 800 до 5 600 т Li ₂ CO ₃ в год	от 13 150 до 26 250 т Li / от 69 991 до 139 716 т Li ₂ CO ₃
Верхнечонское	338 т Li / 1799 т Li ₂ CO ₃ в год	18 960 т Li / 100915 т Li ₂ CO ₃
Ярактинское	от 24 до 134 т Li / от 127,7 т Li ₂ CO ₃ до 713 т Li ₂ CO ₃ в год	3366 т Li / 17915 т Li ₂ CO ₃
"Братское месторождение" (гидрогеолог.)	250 т Li / 1075 т Li ₂ CO ₃ в год.	16000 т Li / 85160 т Li ₂ CO ₃

Проблема оценки



Перспективные площади для доизучения:

Провинции: Лено-Тунгусская НГП

Площади:
Ногинская площадь,
Сухотунгусское м-е

Структуры:
Байкитская
антеклизы,
Курейская
Синеклиза.

Рассолы - Комплексные
Li, Rb, Cs, I, Br, Mg !

Теоретически возможно подземное выщелачивание из литиеносных горизонтов галогенных формаций.