

Проблема связи пегматитов с гранитами и типы гранитно- пегматитовых систем

В. Е. Загорский, В. М. Макагон

Институт геохимии СО РАН

Гранитно-пегматитовые системы - участки геологического пространства в земной коре, с неопределенными границами на глубину, в которых процессы эволюции кислых расплавов сопровождаются образованием пегматитов.

Гранитно-пегматитовые системы объединяют ассоциацию пространственно и (пара)генетически связанных

гранитов,

пегматитов,

сингранитных и синпегматитовых метасоматитов

+

флюид

Крупные пегматитовые поля и пояса контролируются двумя типами региональных геологических структур, резко отличающихся по своей геодинамической природе.


С одной стороны, это **сложные надвиговые структуры, сформировавшиеся в зонах коллизии**, с другой – **троговые структуры в областях внутриконтинентального рифтогенеза**.

Систематика гранитных пегматитов (Загорский и др., 2003)


| Группа формаций | Формация | Подформация | Миароловая фация |
|-------------------------------|--|------------------------------------|--|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная (миароловых пегматитов) | Флюорито-хрусталеносная | Весьма характерна |
| | | Субредко-металльная | Весьма характерна |
| | Редкометалльно-редкоземельная | | Проявлена часто |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | Петалитовая | Проявлена в отдельных полях и телах |
| | | Сподуменовая | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | Редкометалльно-мусковитовая | Проявлена редко |
| | | Мусковитовая | Проявлена очень редко |
| | Полевошпатовая (керамическая) | | Достоверно не установлена |

| Группа формаций | Формация | Фазы – фации гранитоидов |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная | <p><i>Снижение фазового разнообразия гранитоидов;</i></p> <p><i>Возрастание роли жильных фациальных разновидностей – аплитов, ортотектитов, гранит-пегматитов</i></p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |


| Группа формаций | Формация пегматитов | Тенденции в изменении состава гранитоидов |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1193 464 1593 521"><i>Повышение</i></p> <p data-bbox="1193 649 1638 706"><i>роли кальция</i></p> <p data-bbox="1193 835 1690 892"><i>относительно</i></p> <p data-bbox="1193 1021 1729 1078"><i>калия и натрия</i></p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |


| Группа формаций | Формация | Тенденции в изменении состава гранитоидов |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1232 435 1850 1256"> <i>Понижение алуминозности и повышение глиноземистости (с максимальной щелочностью в полях редкометалльно-редкоземельной формации)</i> </p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |

| Группа формаций | Формация | Тенденции в изменении состава гранитоидов |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1298 459 1638 521"><i>Снижение</i></p> <p data-bbox="1304 639 1541 711"><i>роли F,</i></p> <p data-bbox="1309 825 1721 888"><i>возрастание</i></p> <p data-bbox="1304 996 1607 1068"><i>роли CO₂</i></p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |

| Группа формаций | Формация пегматитов | Тенденции в изменении состава гранитоидов |
|-------------------------------|-------------------------------|--|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1147 372 1843 1239"> Снижение степени обогащенности гранитоидов гранитофильными элементами (Li, Rb, Cs, Sn, Ta, Nb, Zr, Hf) параллельно с увеличением содержаний Ba и Sr </p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |

| Группа формаций | Формация | Тенденции в изменении состава гранитоидов |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1159 428 1796 1170"><i>Снижение степени геохимической вариативности в пределах тел гранитоидов</i></p> |
| | Редкометалльно- редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |

| Группа формаций | Формация | Тенденции в изменении роли процессов формирования гранитоидов |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1103 536 1657 782"><i>Снижение роли магматической дифференциации;</i></p> <p data-bbox="1103 886 1837 1293"><i>Возрастание влияния процессов ультраметаморфизма, гранитизации и анатексиса</i></p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |

| Группа формаций | Формация | Тенденции в изменении особенностей гранитоидов |
|-------------------------------|-------------------------------|--|
| Низких давлений (<2 кбар) | Кристаллоносная |  <p data-bbox="1078 291 1760 454"><i>Смена А- и I-гранитов S-гранитами;</i></p> <p data-bbox="1097 565 1731 922"><i>Снижение степени “аллохтонности” и влияния мантийной компоненты;</i></p> <p data-bbox="1108 1062 1619 1333"><i>Повышение роли автохтонных гранитоидов.</i></p> |
| | Редкометалльно-редкоземельная | |
| Умеренных давлений (2-5 кбар) | Редкометалльная | |
| Высоких давлений (>5 кбар) | Слюдоносная | |
| | Полевошпатовая (керамическая) | |

Типы гранитно-пегматитовых систем:

тип I - вариант *автономного пегматитового импульса* в истории магматизма пегматитоносных структур, с временным разрывом между гранитами и пегматитами от десятков до сотен млн.л.;

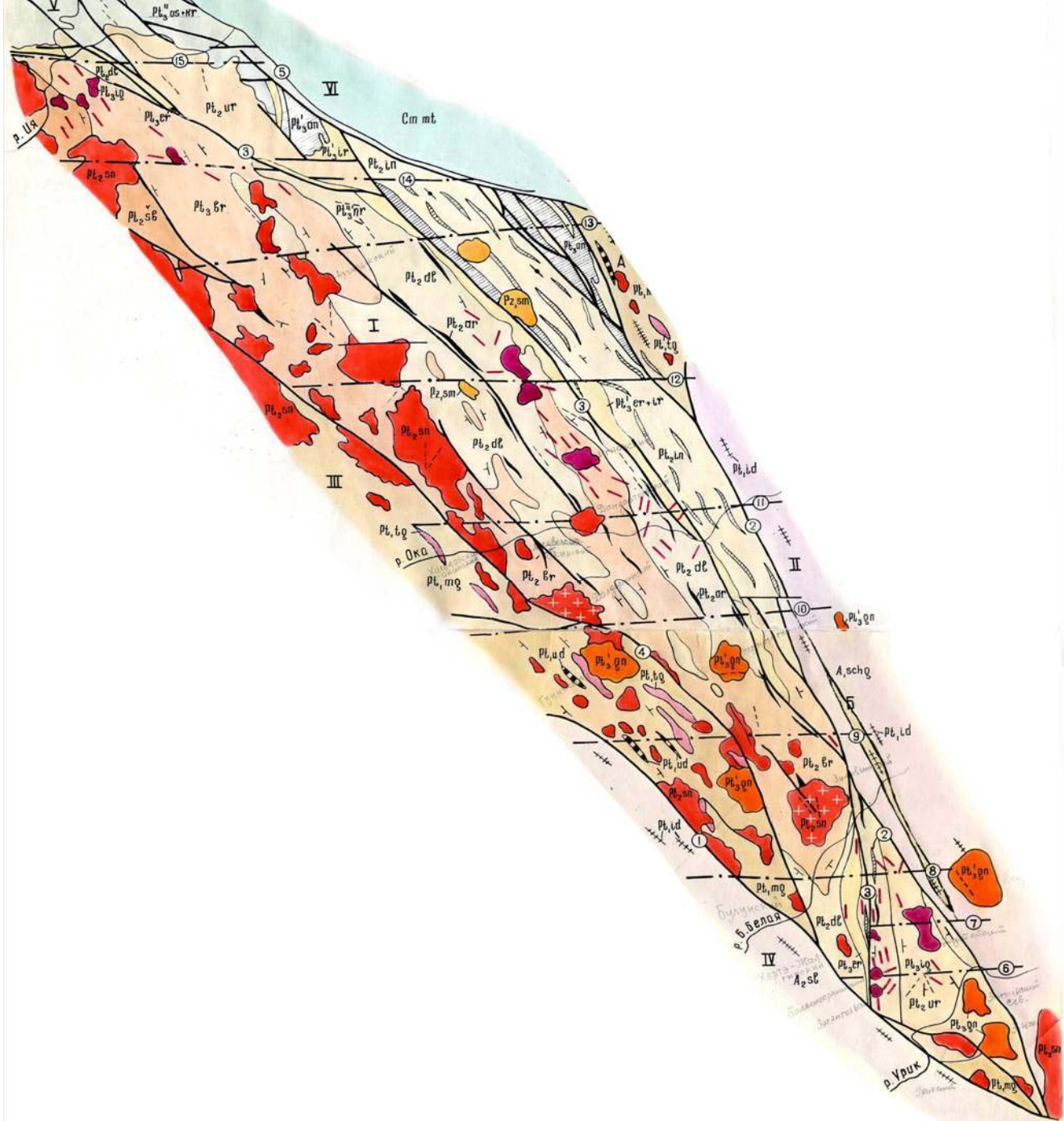
тип II - вариант *парагенетической связи пегматитов с гранитами при последовательном их внедрении* из одного или нескольких магматических очагов единой магматической колонны (полихронные гранитно-пегматитовые системы);

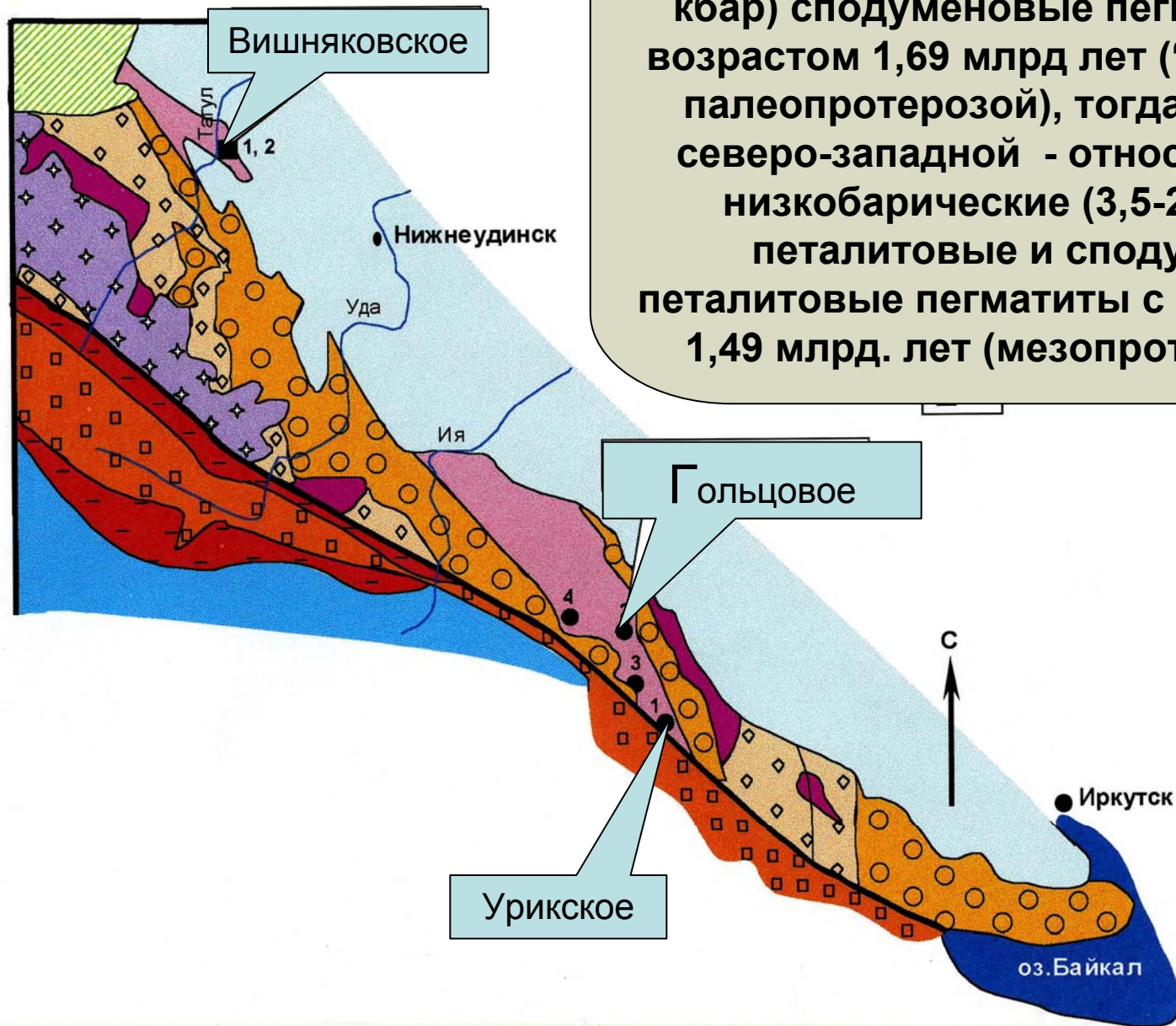
тип III - *вариант генетической связи*, когда расплавы гранитов и пегматитов, являясь продуктами *эволюции кислой магмы в глубинных магматических очагах*, внедряются на более высокие уровни коры совместно;

тип IV - *вариант прямой генетической связи* с образованием небольших объемов преимущественно сингенетических пегматитов в *результате внутрикамерной дифференциации гранитной магмы на уровне становления массивов.*

Некоторые примеры разрыва во времени между гранитами и пегматитами:

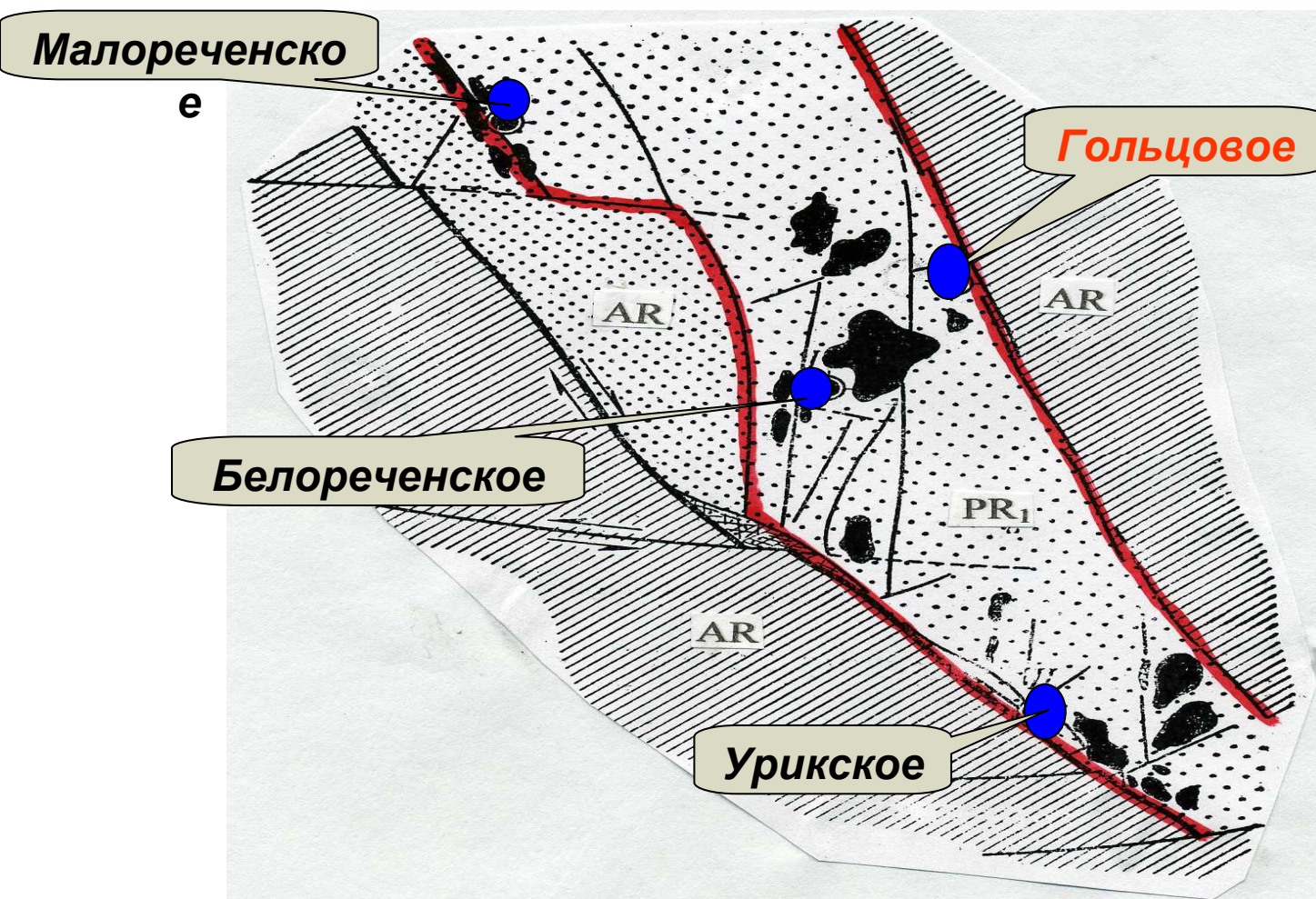
- 1) Австралия: а) суперкрупное Li-Ta-месторождение *Гринбушес* **50 млн.л.** (Partington., 1990, 1995);
б) пегматитовые поля *Майка Крик* и *Гала-Крик* – **130 млн.л.** (Corrons, Page, 1995; Betts et al., 2006);
- 2) Пегматитовые поля *Восточно-Бразильской провинции* **35-80 млн.л.** (Viana et al., 2003; Ткачев, 2008)
- 3) Редкометалльные пегматиты *Центрально-Финского комплекса* - **60-70 млн.л.** (Svecofennian..., 2001)
- 4) Пегматиты месторождения *Квартальное* (Адуй, Урал) – **40-50 млн.л.** (Попов и др., 2009);

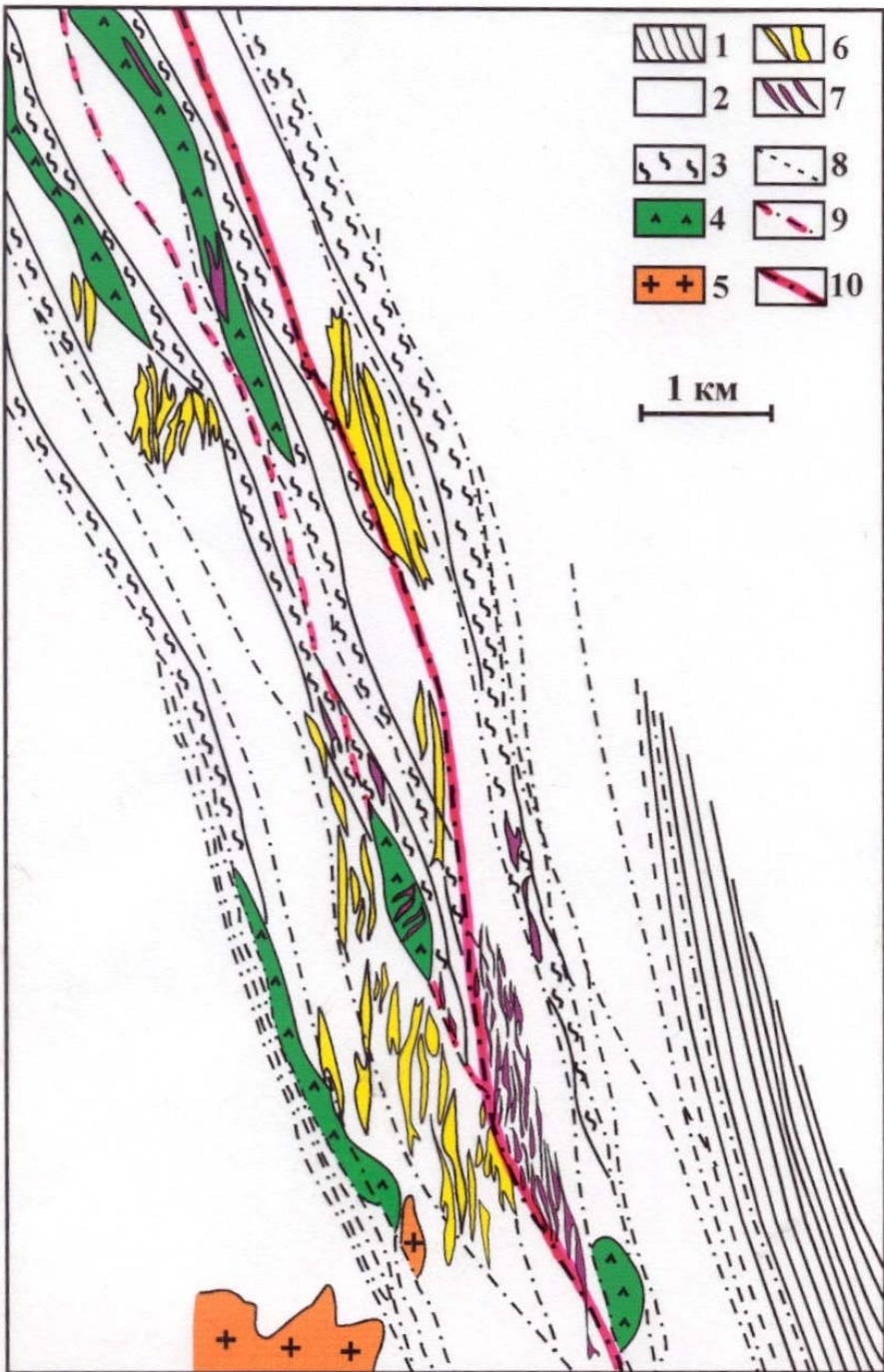




Для юго-восточной части пояса характерны высокобарические (5-3 кбар) сподуменовые пегматиты с возрастом 1,69 млрд лет (“поздний” палеопротерозой), тогда как для северо-западной - относительно низкобарические (3,5-2 кбар) петалитовые и сподумен-петалитовые пегматиты с возрастом 1,49 млрд. лет (мезопротерозой)

Гольцовое поле непосредственно примыкает к зоне глубинного разлома, ограничивающего грабен с северо-востока. Протяженность поля около 20 км при ширине около 1,5 км.





- Главные структурные элементы, контролирующие размещение пегматитов этого и других полей – многократно подновляющиеся крупные тектонические нарушения взбросо-сдвигового типа с северо-западным и меридиональным простиранием и падением на запад-юго-запад.

Елашский грабен

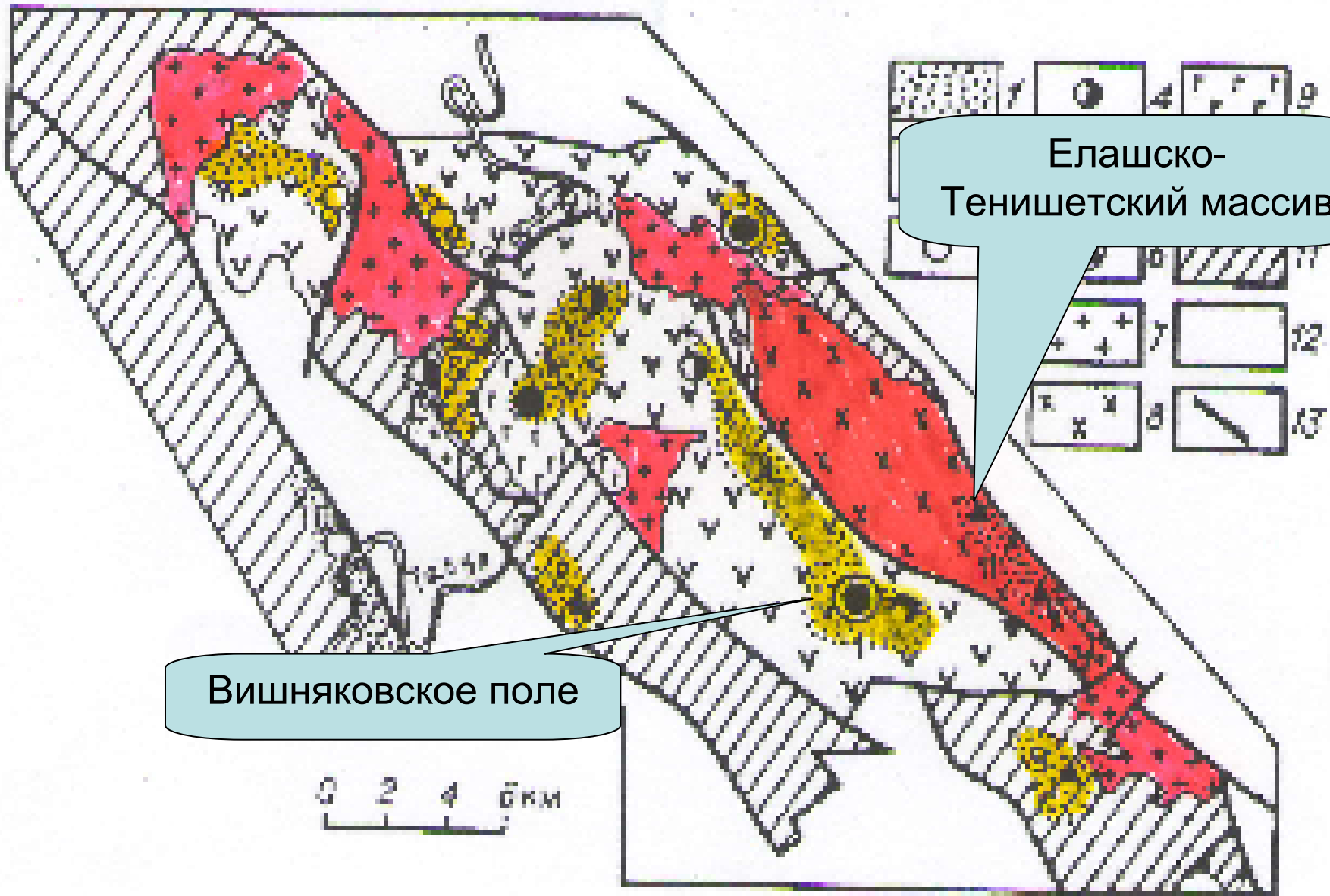
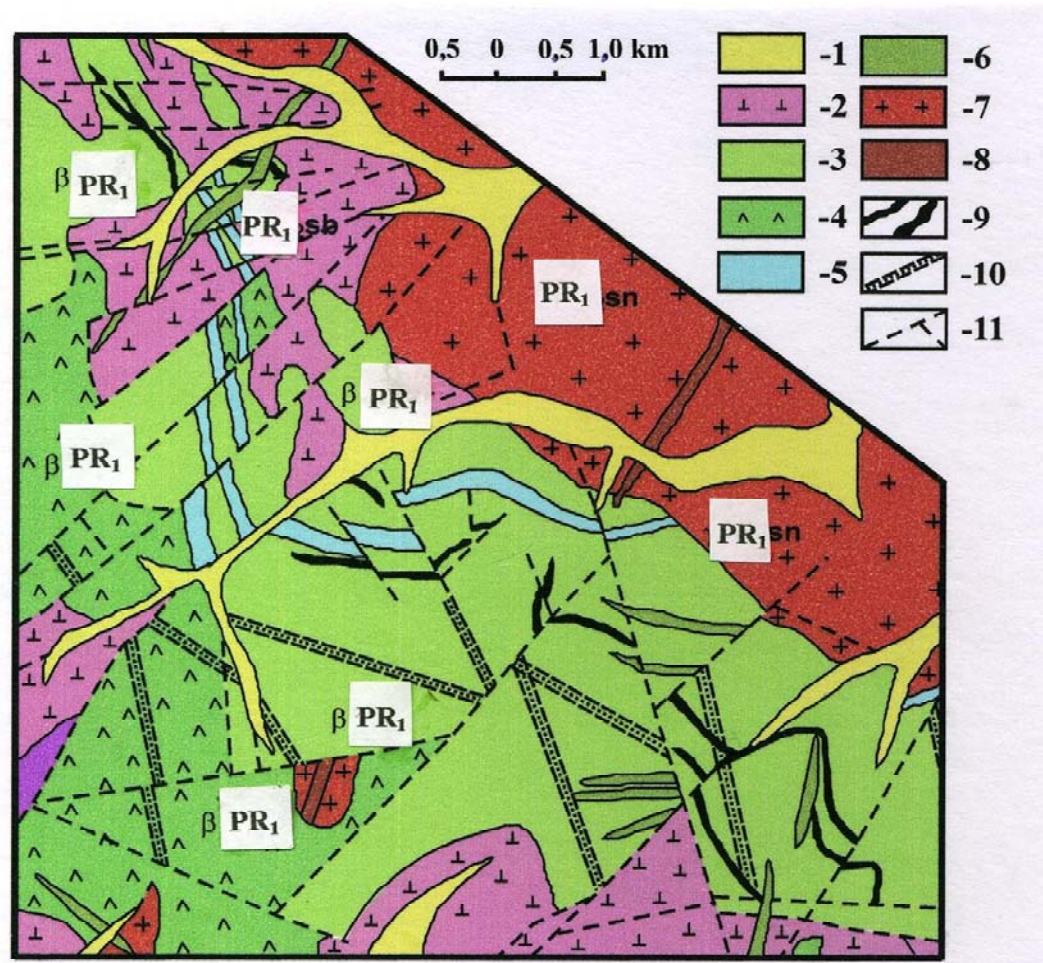


Схема геологического положения Вишняковского пегматитового поля



Возраст вмещающих пегматиты амфиболитов сублукской серии – **1,90 млрд лет.** (Макагон и др., 2000).

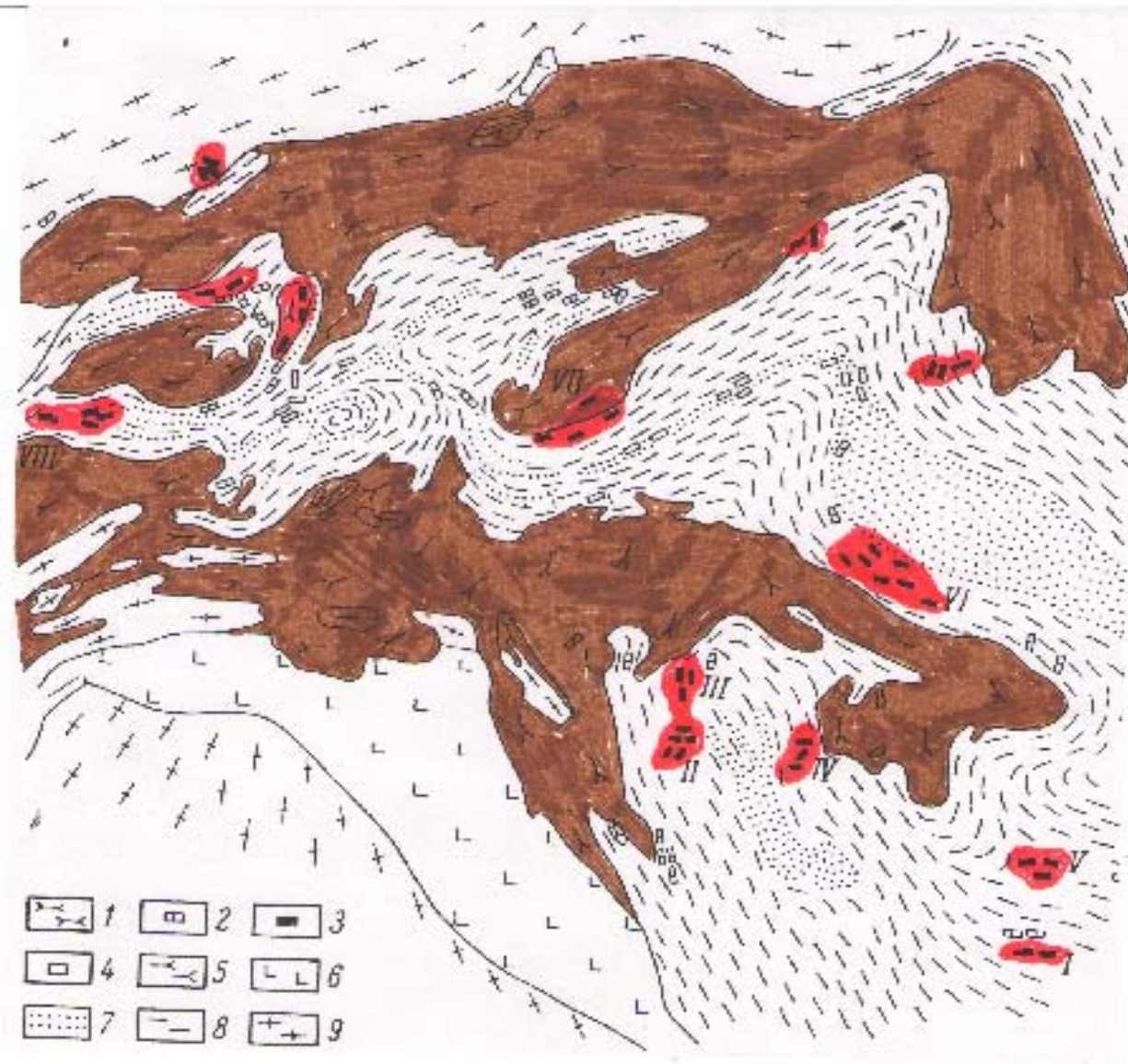
Для гранитов саянского комплекса U-Pb методом получен возраст **1,86 млрд лет** (Левицкий и др., 2002).

Rb-Sr возраст сподумен-петалитовых пегматитов и экзоконтактовых синпегматитовых метасоматитов (слюдитов) Вишняковского поля составляет **1,49 млрд лет,** (Макагон и др., 2000).

Rb-Sr возраст сподуменовых пегматитов Гольцового поля – **1,69 млрд лет** (Макагон и др., 2000).

Редкометалльные пегматиты Урикско-Ийского грабена “оторваны” от саянских гранитов на **170 млн лет,** а пегматиты Елашского грабена – на **370 млн лет.**

Западные Кейвы



Возраст щелочных гранитов – 2,67 млрд лет

Возраст амазонитовых пегматитов – 1,67-1,7 млрд лет

[Костоянов, 1986; Пушкарев, 1990; Баянова, 2004; Ветрин, Родионов, 2009). Ветрин, Родионов, 2009].

Временной разрыв между гранитами и пегматитами - около 1 млрд лет.

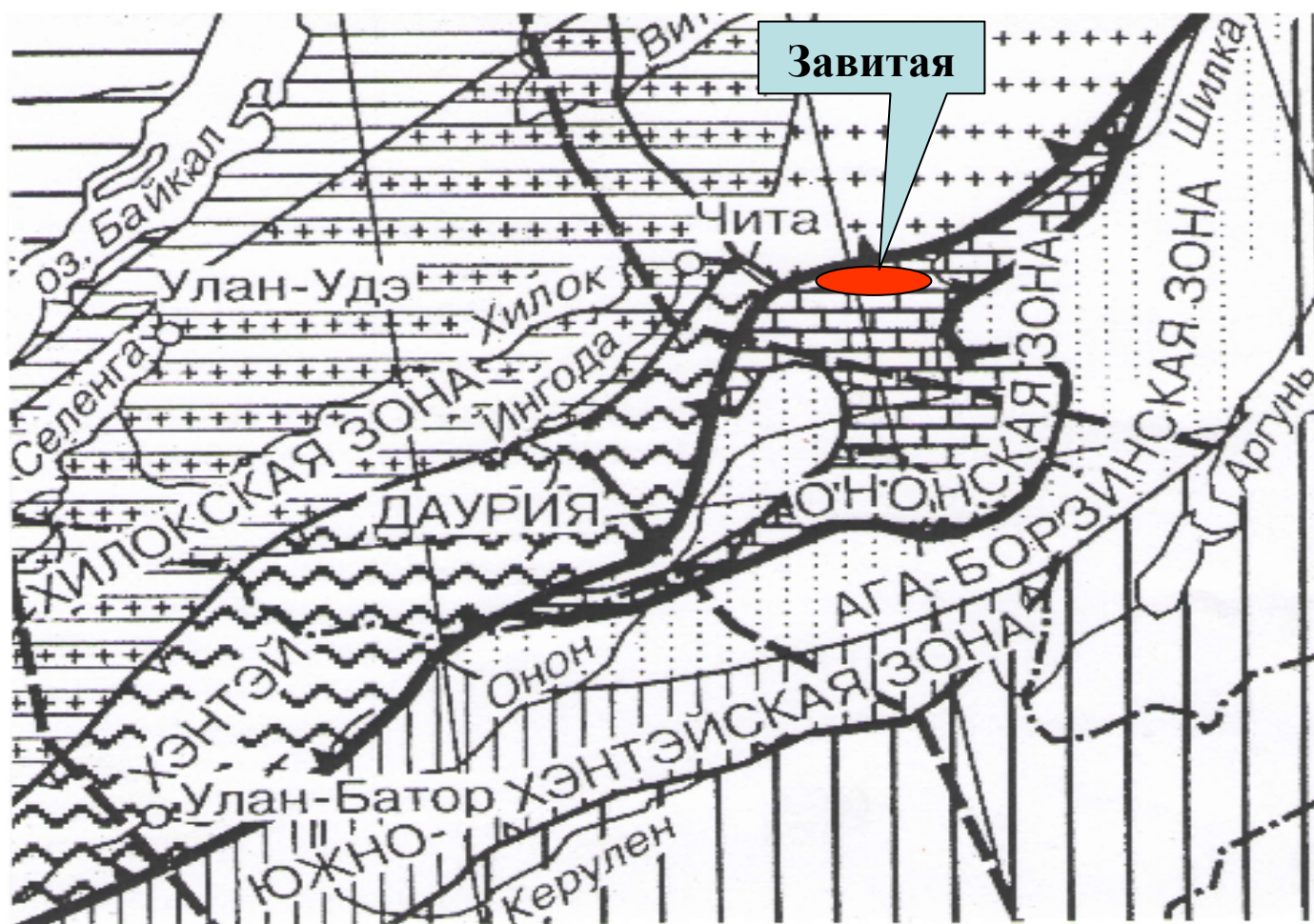
Тип I гранитно-пегматитовых систем –

вариант *автономного пегматитового импульса* в истории магматизма пегматитоносных структур, с временным разрывом между гранитами и пегматитами от десятков до сотен млн.л.;

Тип II гранитно-пегматитовых систем –

вариант *парагенетической связи пегматитов с гранитами при последовательном их внедрении* из одного или нескольких магматических очагов единой магматической колонны (полихронные гранитно-пегматитовые системы);

Завитинское поле с одноименным литиевым месторождением расположено в северной краевой части Агинского массива, будучи вытянутым в субширотном направлении (~ 20x7 км) вдоль Ингодино-Шилкинской ветви Монголо-Охотской сутуры, к которой поле примыкает с юга.



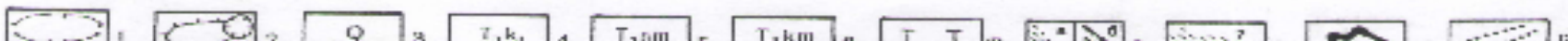
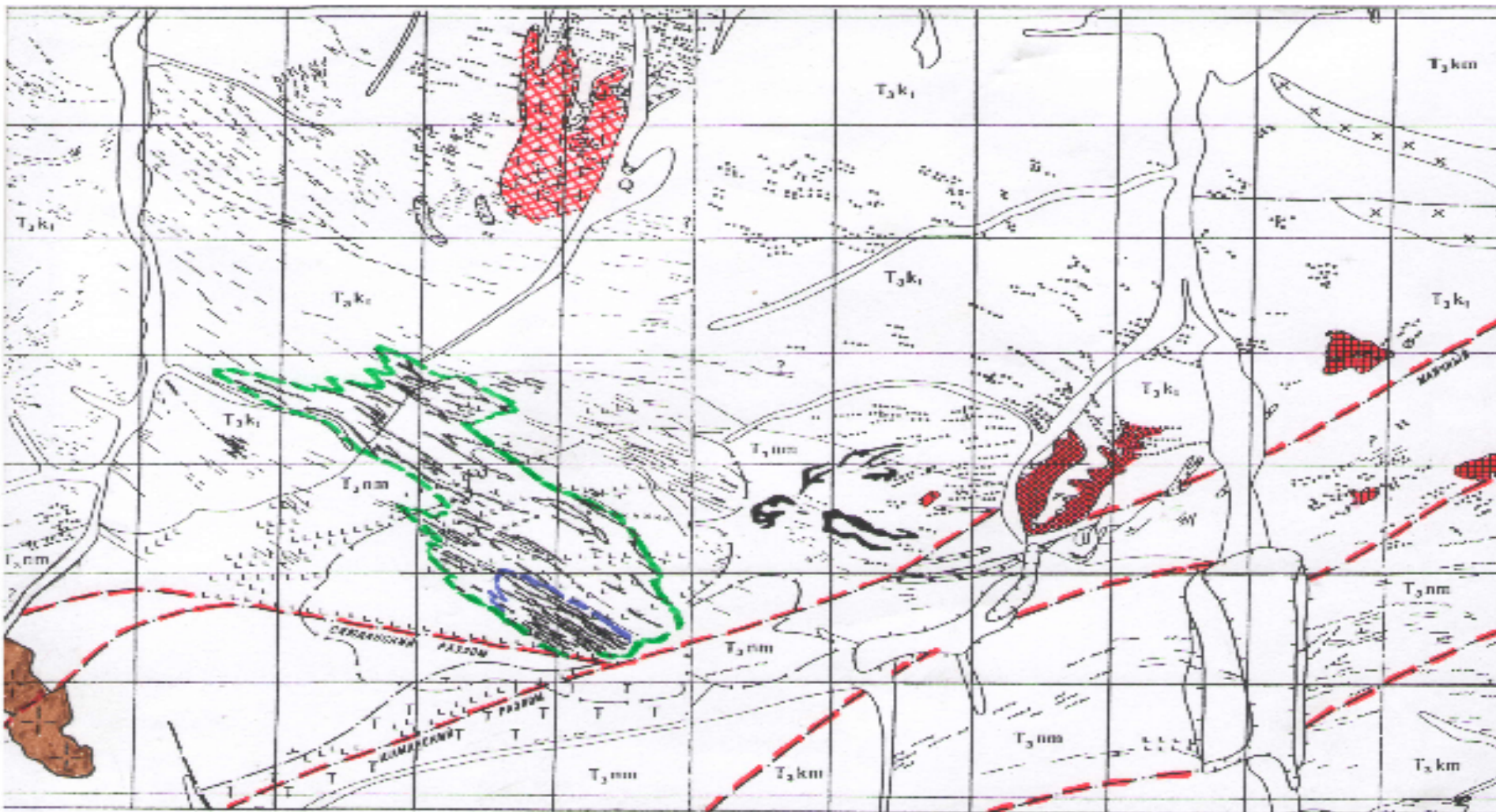
По структурно-текстурным особенностям, минеральному и химическому составам выделено три типа гранитов:

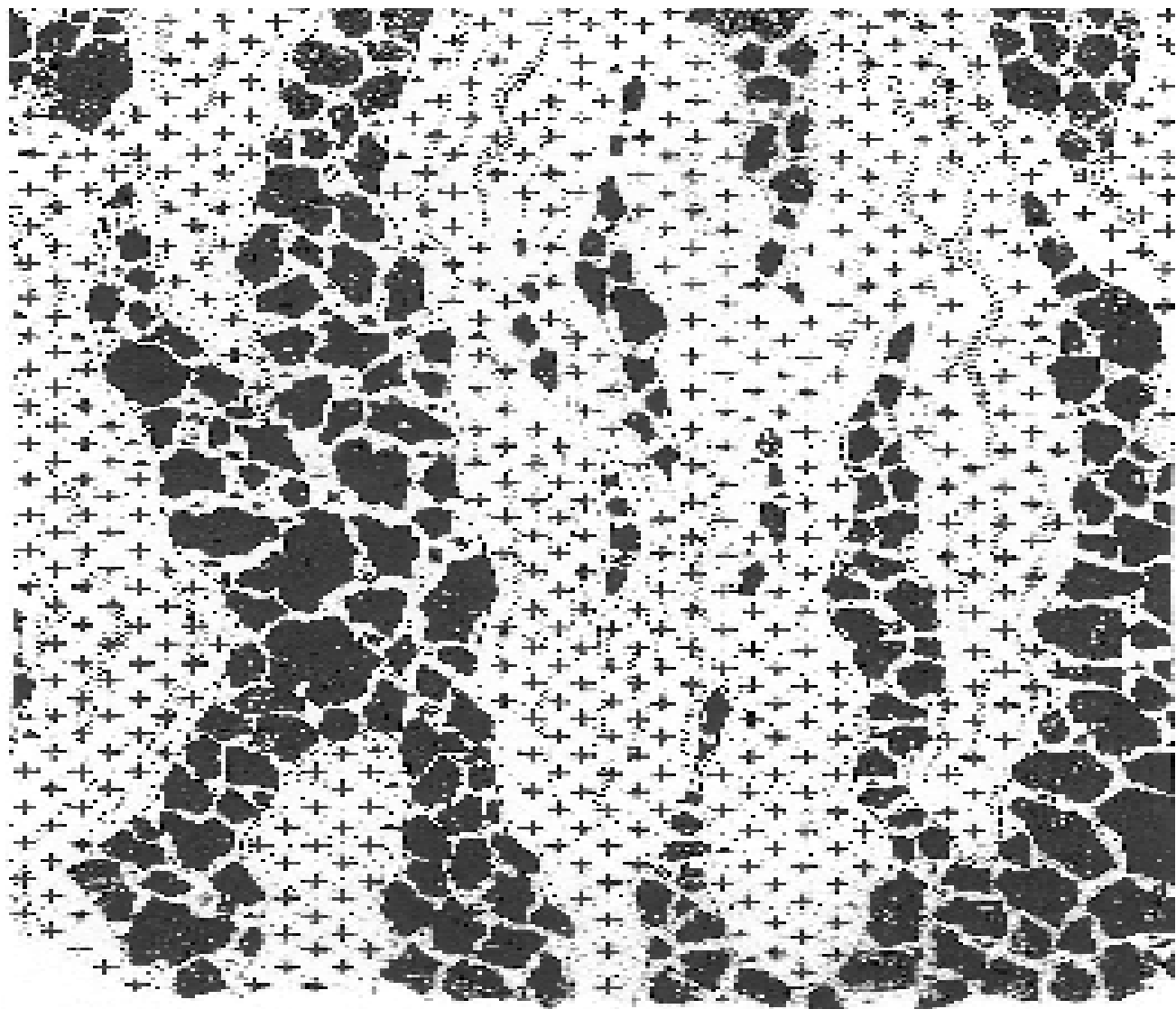
1) порфировидные амфибол-биотитовые и биотитовые граниты (адамеллиты) (**граниты 1**);

2) двуслюдяные субщелочные граниты-лейкограниты (**граниты 2**);

3) мусковитовые (иногда двуслюдяные) субщелочные граниты-лейкограниты с гранатом (**граниты 3**).

Граниты 2 и 3 образуют относительно мелкие штокообразные тела либо совместно с гранит-пегматитами слагают тела очень сложного строения.

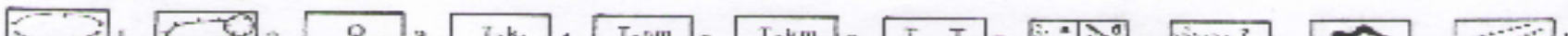
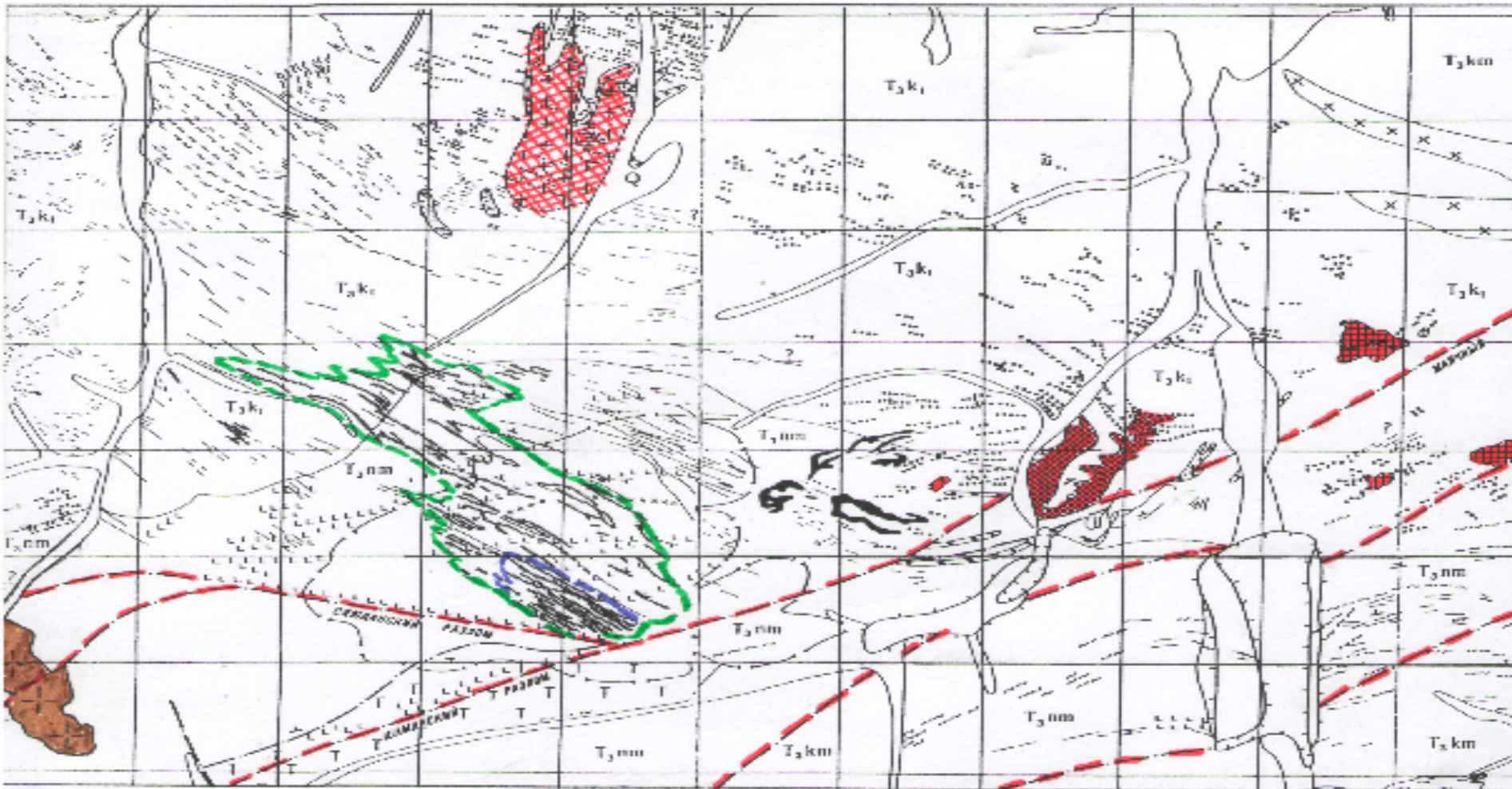




D



Сподумен-альбитовые пегматиты IV типа образуют “свиту” сближенных жил длиной около 2,5 км “Свита” жил круто падает на северо-восток (в сторону глубинного разлома), под расположенный над ней “этаж”, насыщенный лейкогранитами, практически безрудными и умеренно редкометалльными (Be, Sn) пегматитами



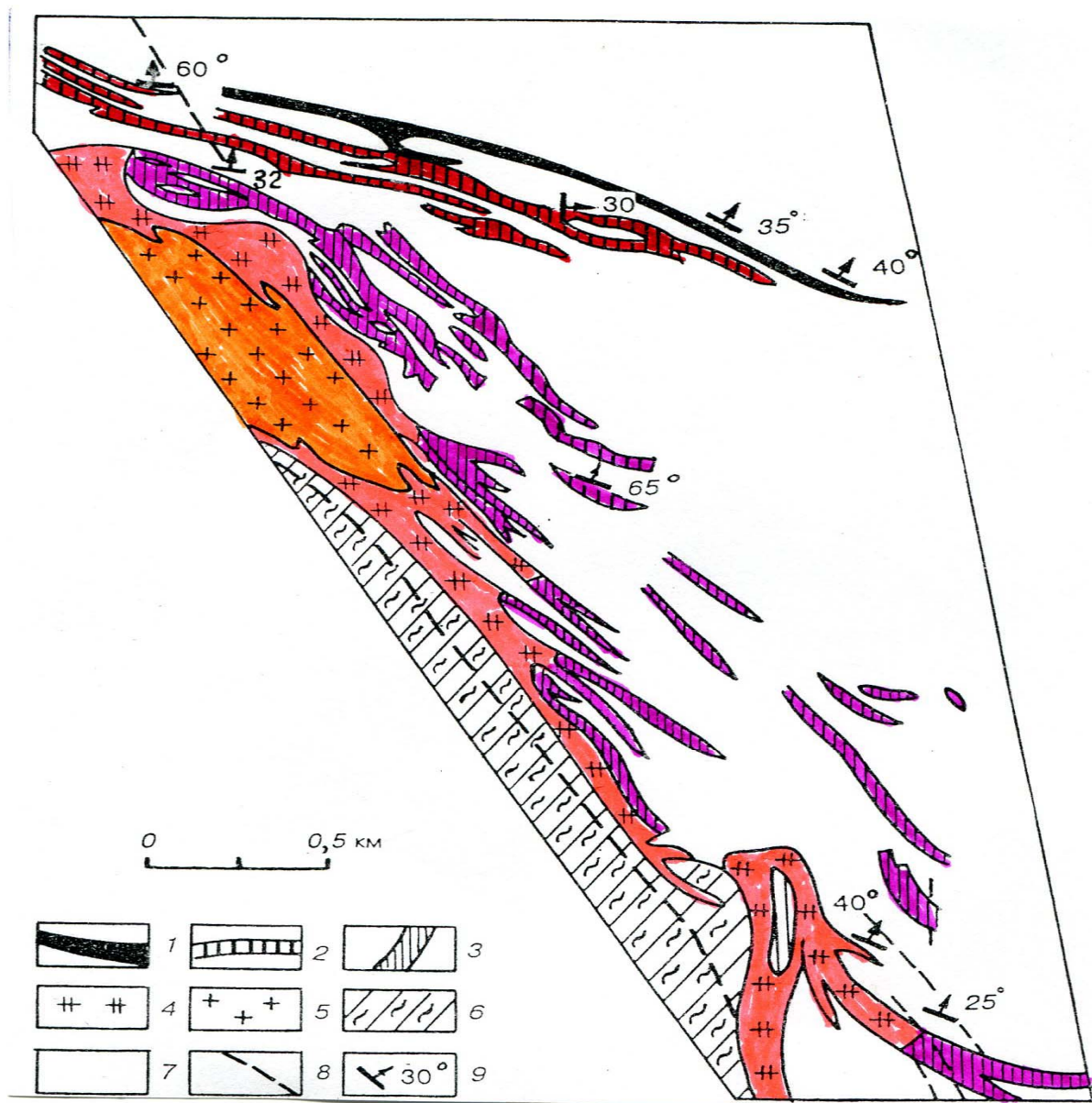




Выявлены значительные временные разрывы (от 7 до 22 млн лет) между всеми типами гранитов и пегматитов, за исключением мусковитовых лейкогранитов и безрудных пегматитов, имеющих практически одинаковый возраст. Минимальный отрыв сподуменовых пегматитов от гранитов и безрудных пегматитов – 10 млн.л. (Загорский, Бескин, Шокальский, 2011)

| Породы | <i>U-PB- возраст</i> | <i>Временной разрыв</i> |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Биотитовый гранит 1 | 169. 0 млн. л. | |
| | | 22 млн. л. |
| Двуслюдяной гранит 2 | 147. 0 млн. л. | |
| | | 7 млн. л. |
| Мусковитовый лейкогранит 3 | 140. млн. л. | |
| Безрудный пегматит | | 10 млн. л. |
| Сподуменовый пегматит | 129. 6 млн. л. | |

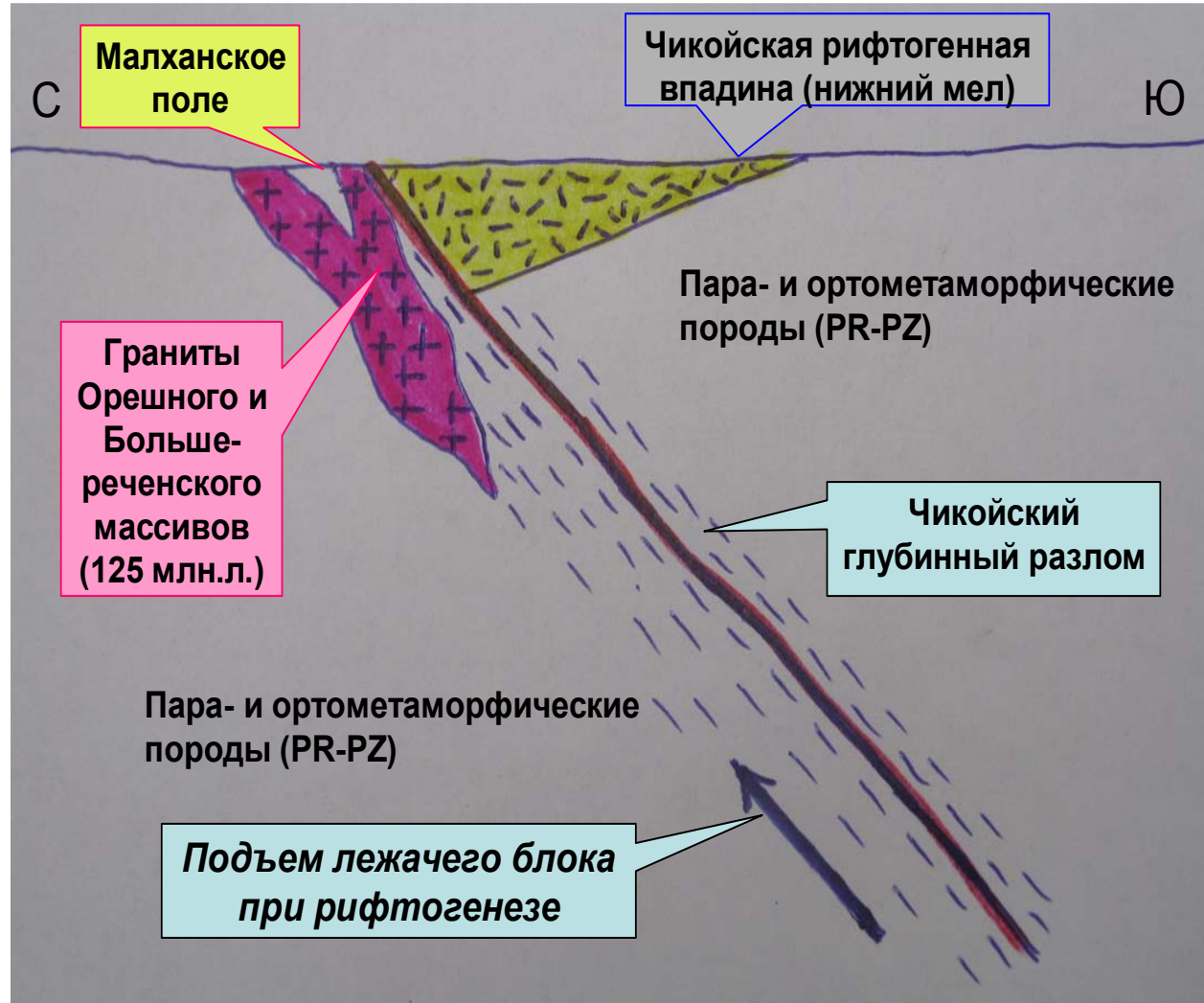
Тип III гранитно-пегматитовых систем – *вариант генетической связи*, когда расплавы гранитов и пегматитов, являясь продуктами *эволюции кислой магмы в глубинных магматических очагах*, внедряются на более высокие уровни коры совместно





Малханская
гранитно-
пематитовая
система
сформировалась
на начальном
этапе
нижнемелового
(125 млн.л.)
рифтогенеза,
одновременно с
формированием
Чикойской
впадины

the Mal Khan granite-pegmatite system at the initial stage



Возраст гранитно-пегматитовой системы - 125 млн лет



Пегматиты

Двуслюдяные лейкограниты

Биотитовые граниты

Тип IV гранитно-пегматитовых систем -

вариант прямой генетической связи с образованием небольших объемов преимущественно сингенетических пегматитов в результате внутрикамерной дифференциации гранитной магмы на уровне становления массивов, т.е. в процессе их кристаллизации.

В ряду от IV к I типу систем возрастают:

- а) масштабы процессов пегматитообразования;
- б) роль глубоко проникающих тектонических структур;.
- в) влияние процессов мантийно-корового взаимодействия;
- г) роль процессов флюидно-магматической дифференциации в коровых магматических очагах;
- д) гетерогенизация расплавов по составу в надликвидусных условиях.

Петрогенетическая роль кристаллизационного фракционирования, наоборот, снижается.



Спасибо за внимание