

Месторождение Тулос - новый источник титанового сырья ильменитового типа

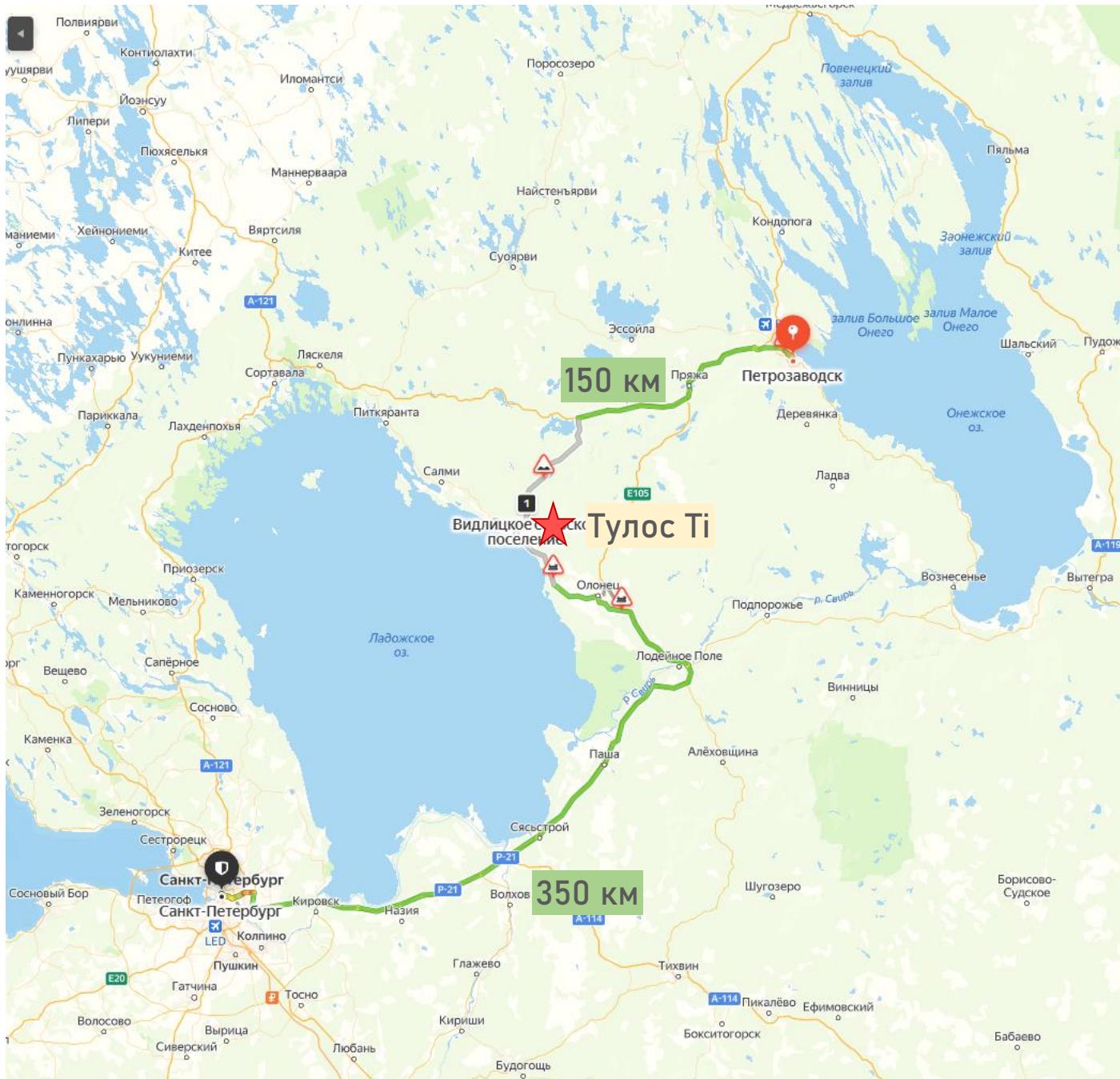
Вихко Александр Сергеевич, главный геолог ООО «Индустрания»,
Росляков Сергей Леонидович, директор дирекции проектов АО «Полиметалл УК»
Ноябрь 2025 г.



Ti

Распределение запасов титана между субъектами Российской Федерации по состоянию на 01.2022





Проявление **TiO₂** Тулос

Расположено в Олонецком районе Республики Карелия в экономически и инфраструктурно развитом районе с доступом к квалифицированной рабочей силе

Расстояние до крупных населенных пунктов

г. Петрозаводск - **150 км** из них

100 км по федеральным

P-21 «Кола» и А-121 «Сортавала»

г. Санкт-Петербург - **340 км** из них

280 км по федеральной Р-21 «Кола»

60 км асфальтированной 86К-8

г. Олонец (адм. центр Олонецкого района) - **50 км** (асфальт)

ЖД станция Видлица Октябрьской железной дороги - **5 км** (возможна транспортировка концентрата и ТМЦ для строительства фабрики)

На участке развита сеть грунтовых дорог местного значения

Схема электрических сетей Олонецкого района



Проявление TiO_2 Тулос

Инфраструктурная привлекательность:

- ✓ Вблизи участка расположены ЛЭП и подстанции:

ВЛ-35кВ – 5 км

ВЛ-110кВ – 30 км

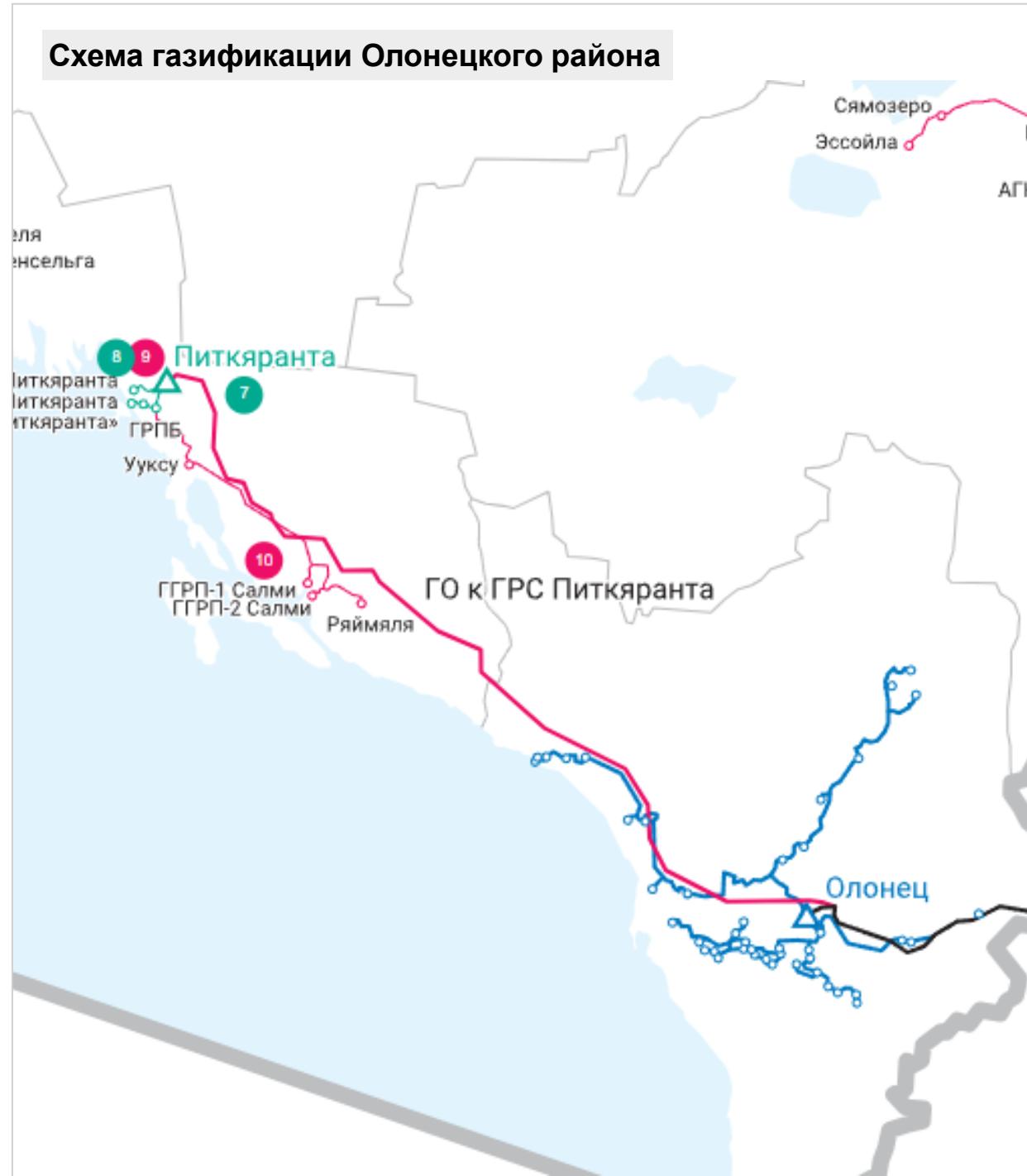
- ✓ Район газифицирован:

Трубопровод Олонец-Питкяранта – 5 км

- ✓ Ладожское озеро входит в систему

Беломорско-балтийского канала (ББК)

Схема газификации Олонецкого района



Проявление TiO_2 Тулос

Инфраструктурная привлекательность:

- ✓ Вблизи участка расположены ЛЭП и подстанции:
ВЛ-35кВ – 5 км
ВЛ-110кВ – 30 км

- ✓ Район газифицирован:
Трубопровод Олонец-Питкяранта – 5 км

- ✓ Ладожское озеро входит в систему Беломорско-балтийского канала (ББК)

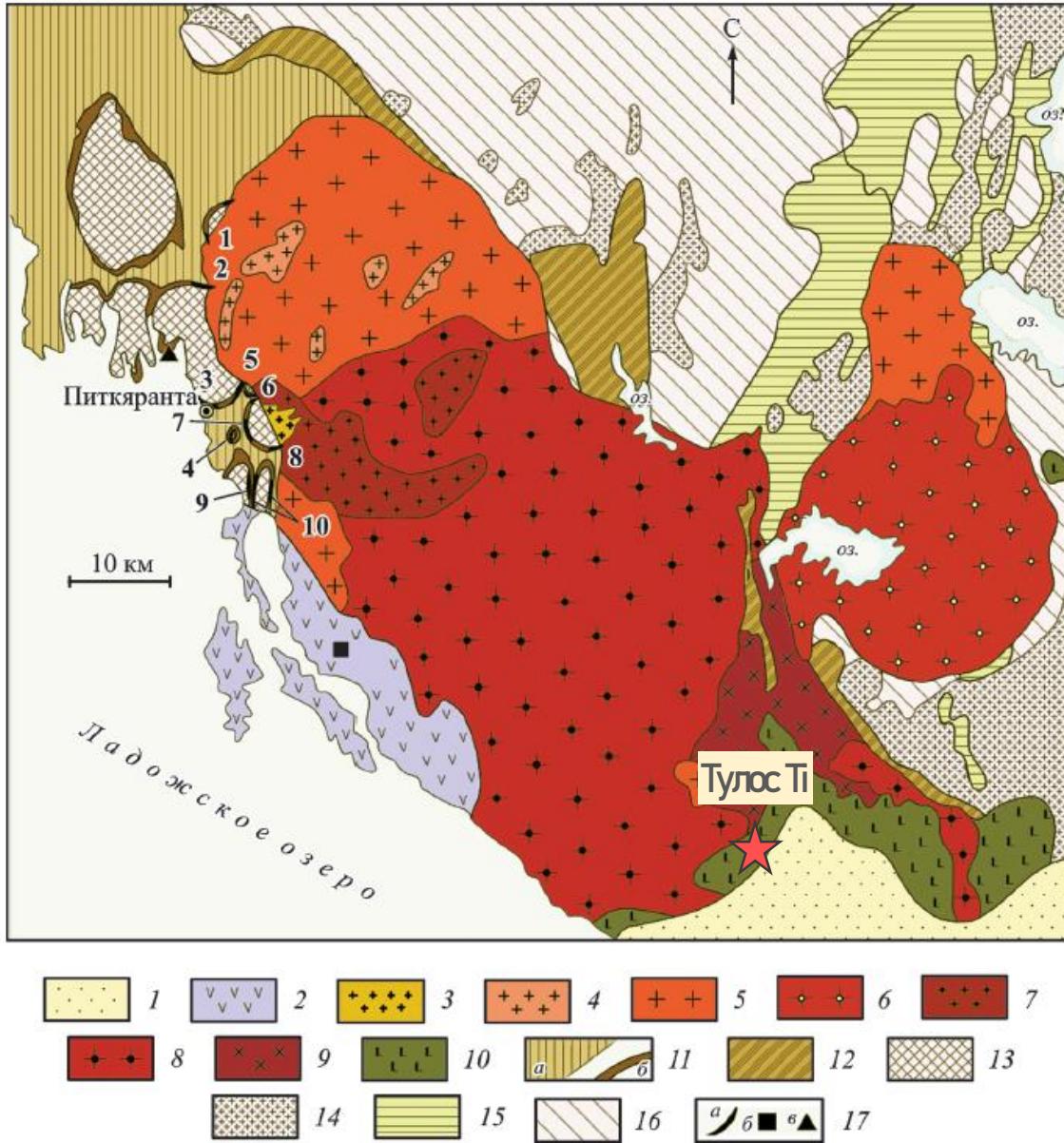
Проявление TiO_2 Тулос



Инфраструктурная привлекательность:

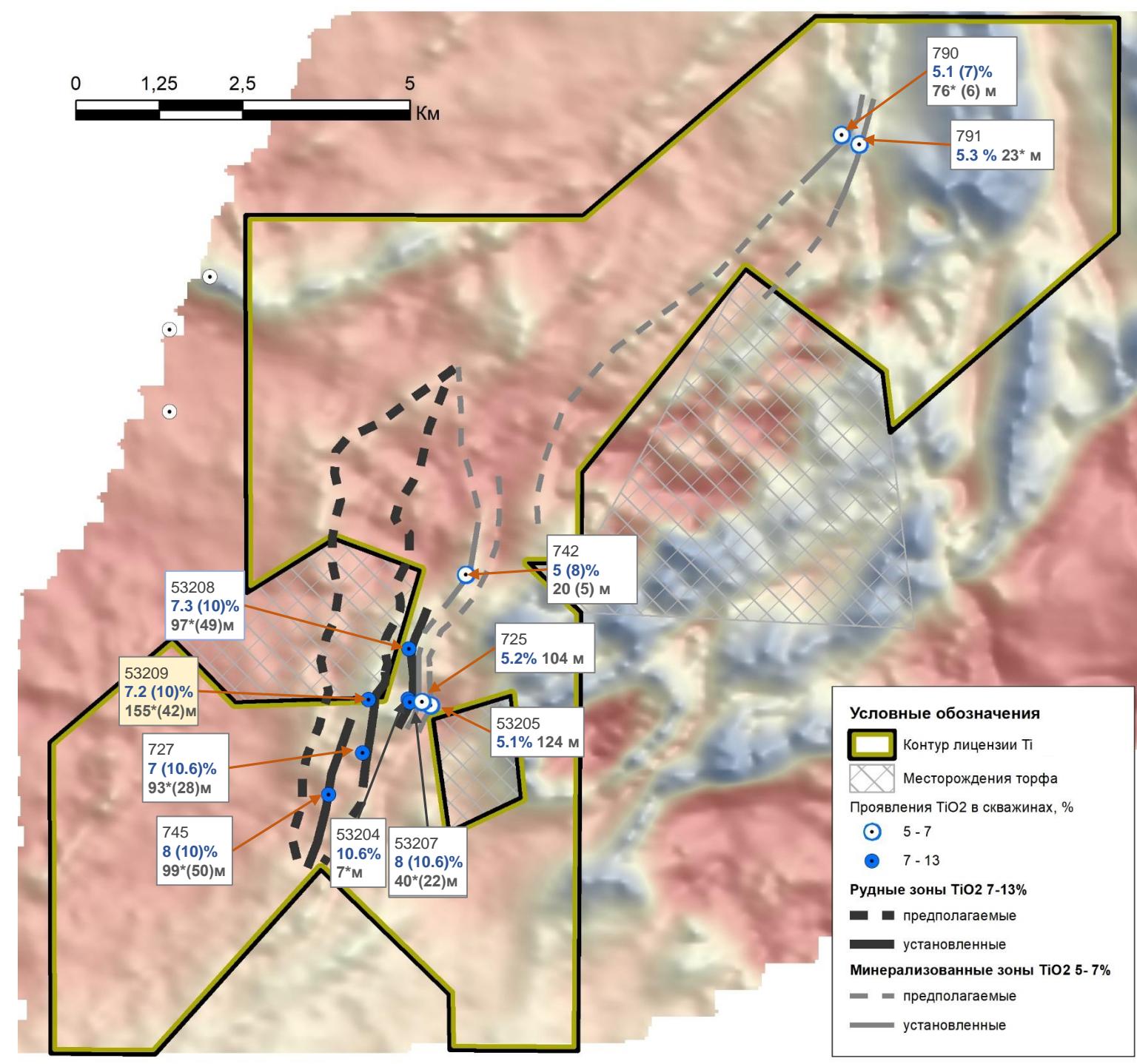
- ✓ Вблизи участка расположены ЛЭП и подстанции:
ВЛ-35кВ – 5 км
ВЛ-110кВ – 30 км
- ✓ Район газифицирован:
Трубопровод Олонец-Петкяранта – 5 км
- ✓ Ладожское озеро входит в систему Беломорско-балтийского канала (ББК), что предполагает возможность более дешевой транспортировки партий концентратов и завоза ТМЦ для строительства фабрики

Геологическое строение



Геологическое строение

Месторождение локализовано в южной габбро-анартозитовой части Салминского анортозит-рапакивигранитного массива

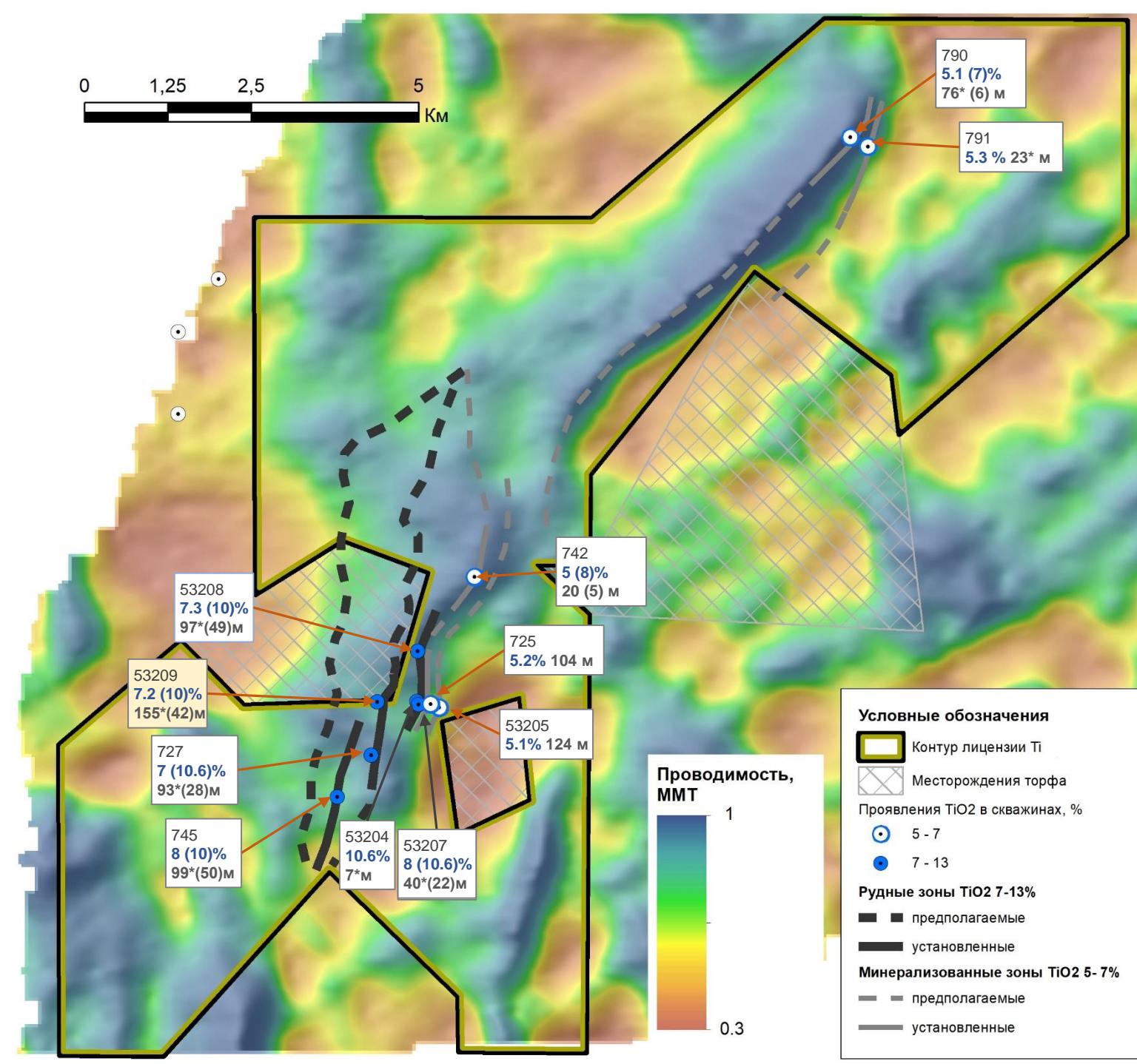


Поисковые критерии и признаки

Рудные и минерализованные зоны

выделяются:

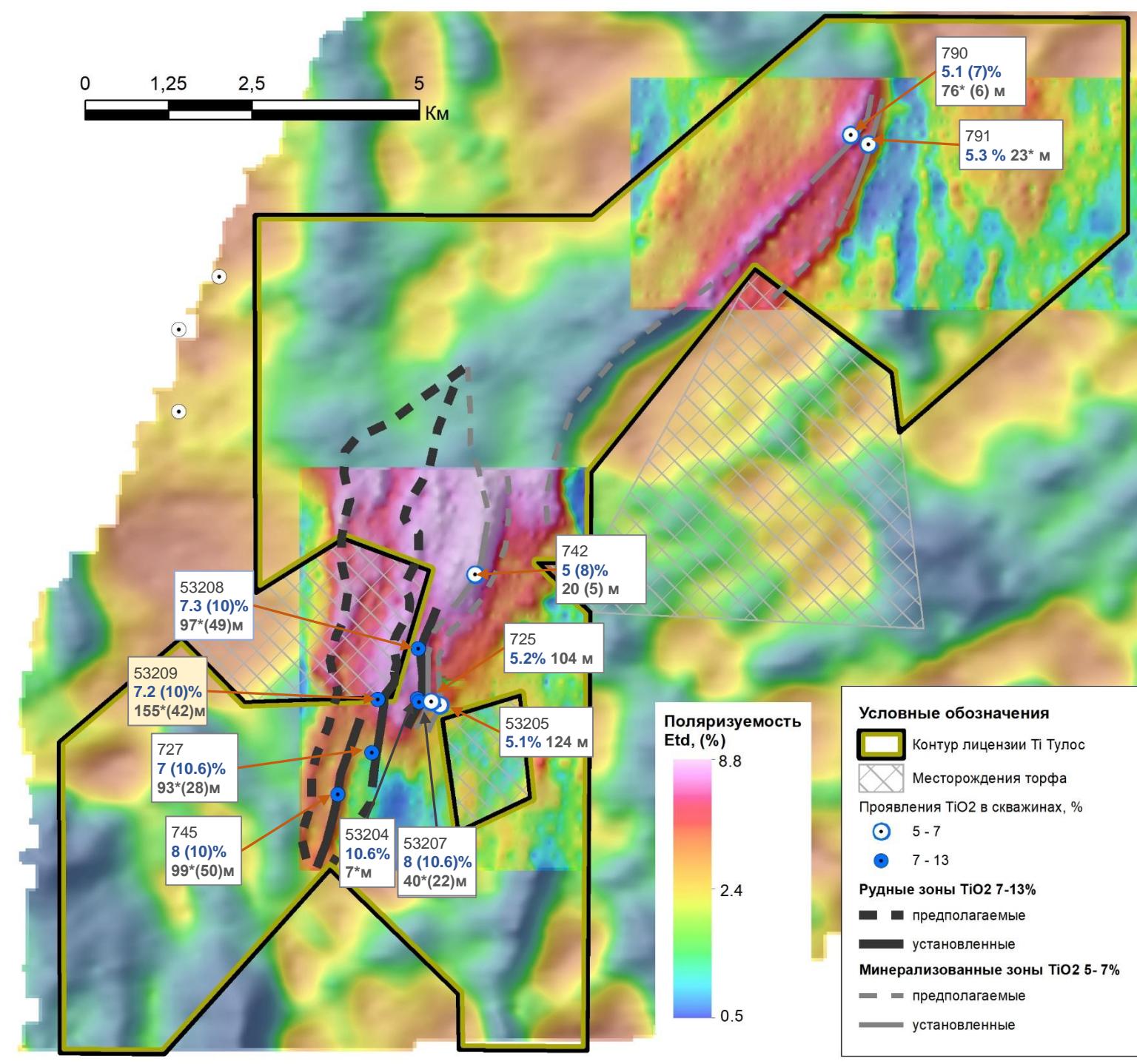
1. в магнитном поле в виде положительных линейных аномалий слабой интенсивности, выделяющихся по результатам АМС



Поисковые критерии и признаки

Рудные и минерализованные зоны выделяются:

- 1) в магнитном поле в виде положительных линейных аномалий слабой интенсивности, выделяющихся по результатам АМС
- 2) в виде положительных аномалий проводимости, выявленным по результатам аэро ММТ



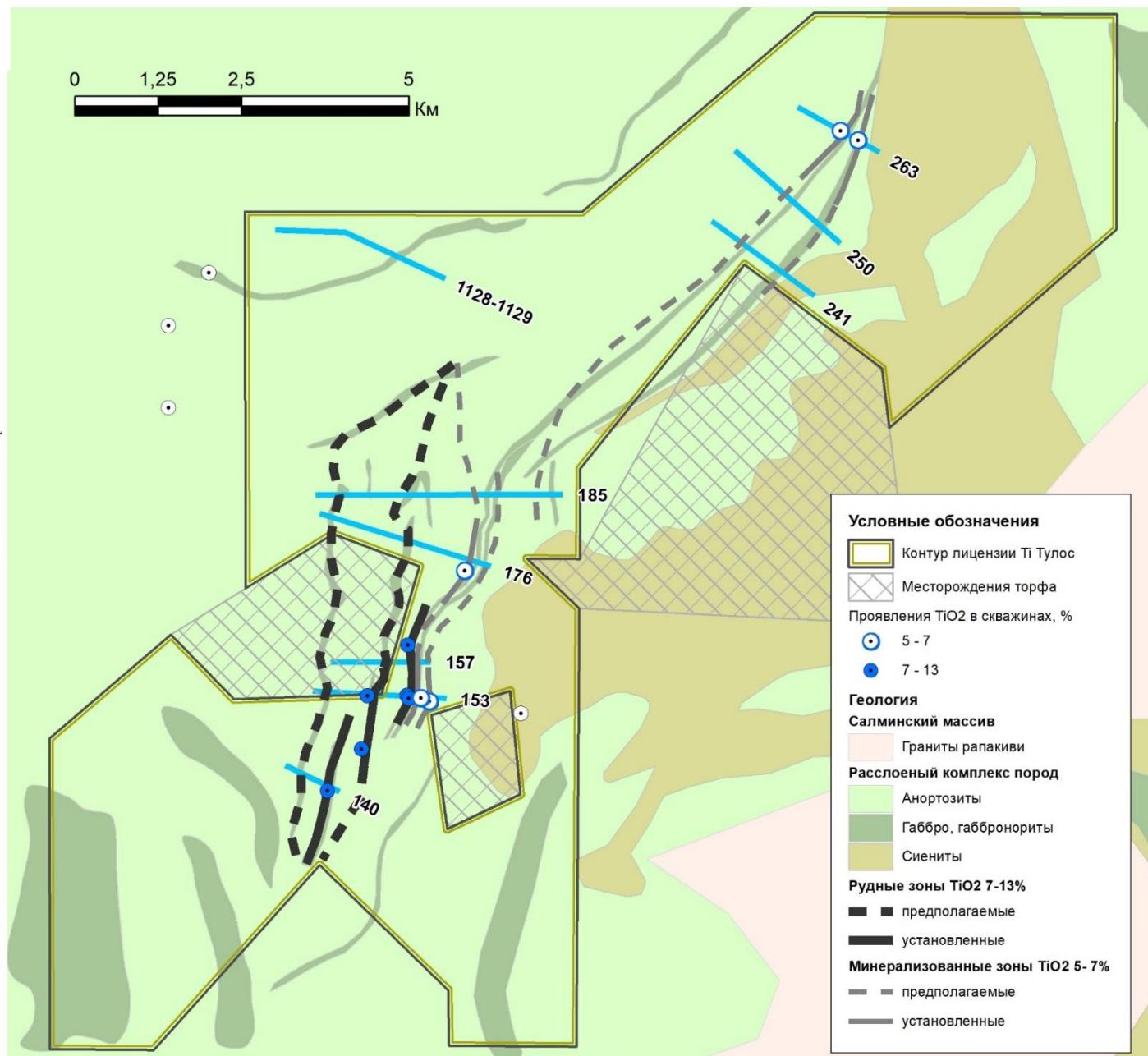
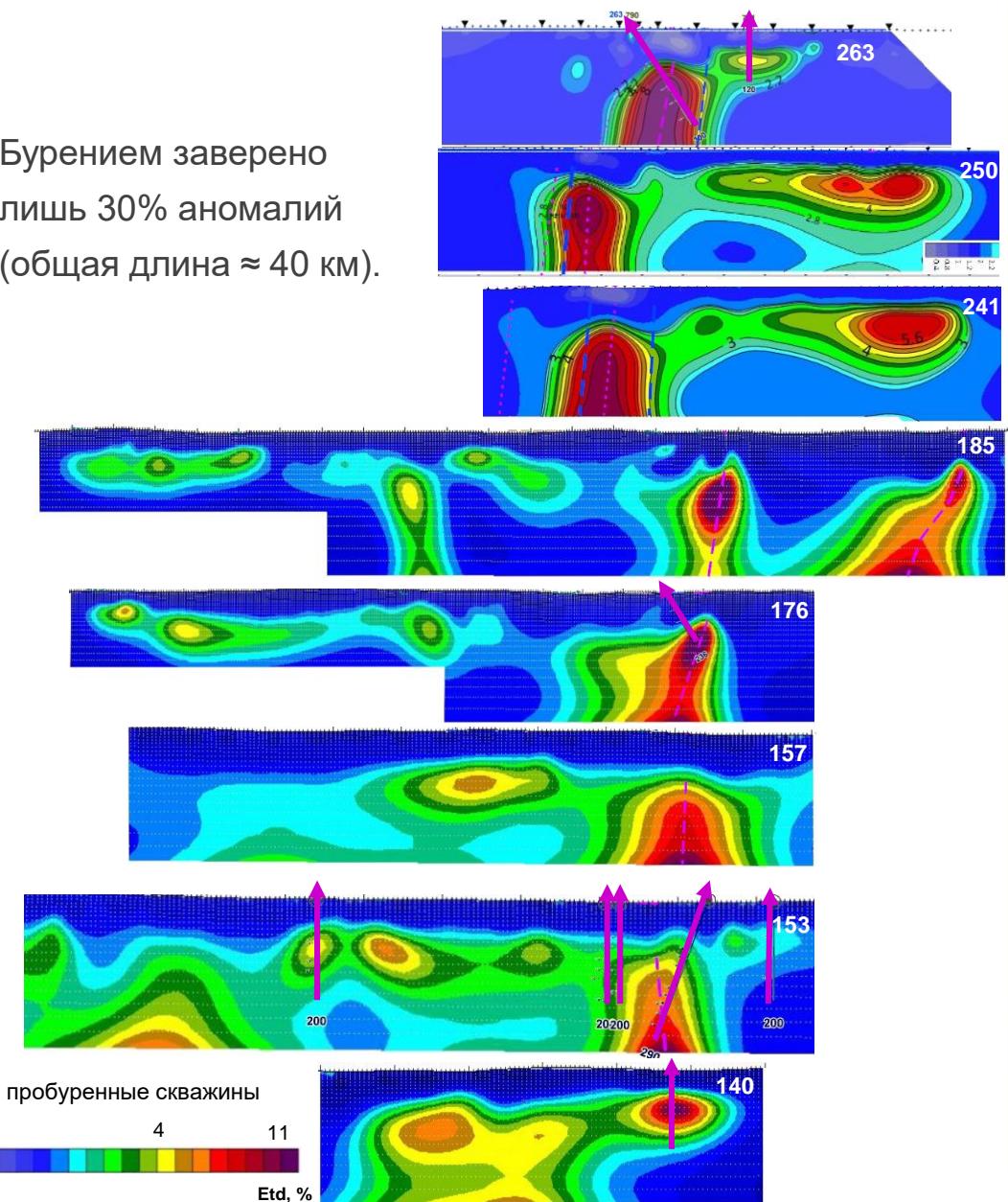
Поисковые критерии и признаки

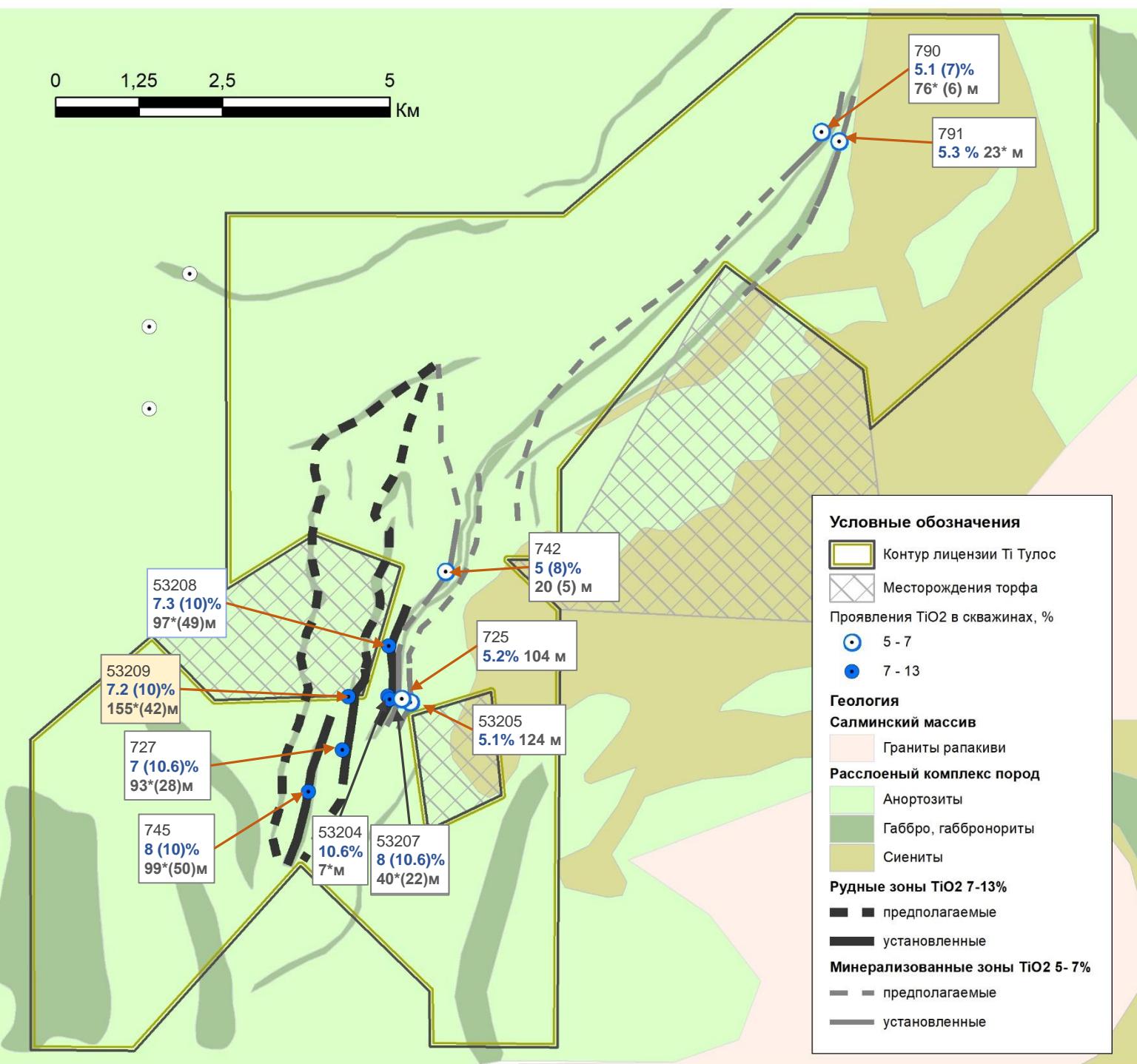
Рудные и минерализованные зоны выделяются:

- 1) в магнитном поле в виде положительных линейных аномалий слабой интенсивности, выделяющихся по результатам аэромагнитной съемки
- 2) в положительных аномалиях проводимости, выявленным по результатам аэро ММТ
- 3) в положительных аномалиях поляризуемости, выявленным по результатам наземной съемки ВП-СГ

Рудные и минерализованные интервалы на разрезах тяготеют к переходным зонам (градиенту) аномалий ТВП

Бурением заверено
лишь 30% аномалий
(общая длина ≈ 40 км).





Результаты буровых работ

В пределах участка пробурено 11 поисковых скважин, при этом во **всех скважинах выявлена ильменитовая минерализация**

Выявлено 2 типа зон по содержанию TiO_2 :

Рудные зоны TiO_2 7 -13 %

6 скважин

мощность в скважинах

при содержании TiO_2 :

7% 40 - 155 м

10% 20 - 50 м

12% 5 - 25 м

протяженность в плане:

установленная – 6 км

предполагаемая – 18 км

Минерализованные зоны TiO_2 5 - 7 %

5 скважин

мощность (по скважинам)

при 5% 40 - 130 м

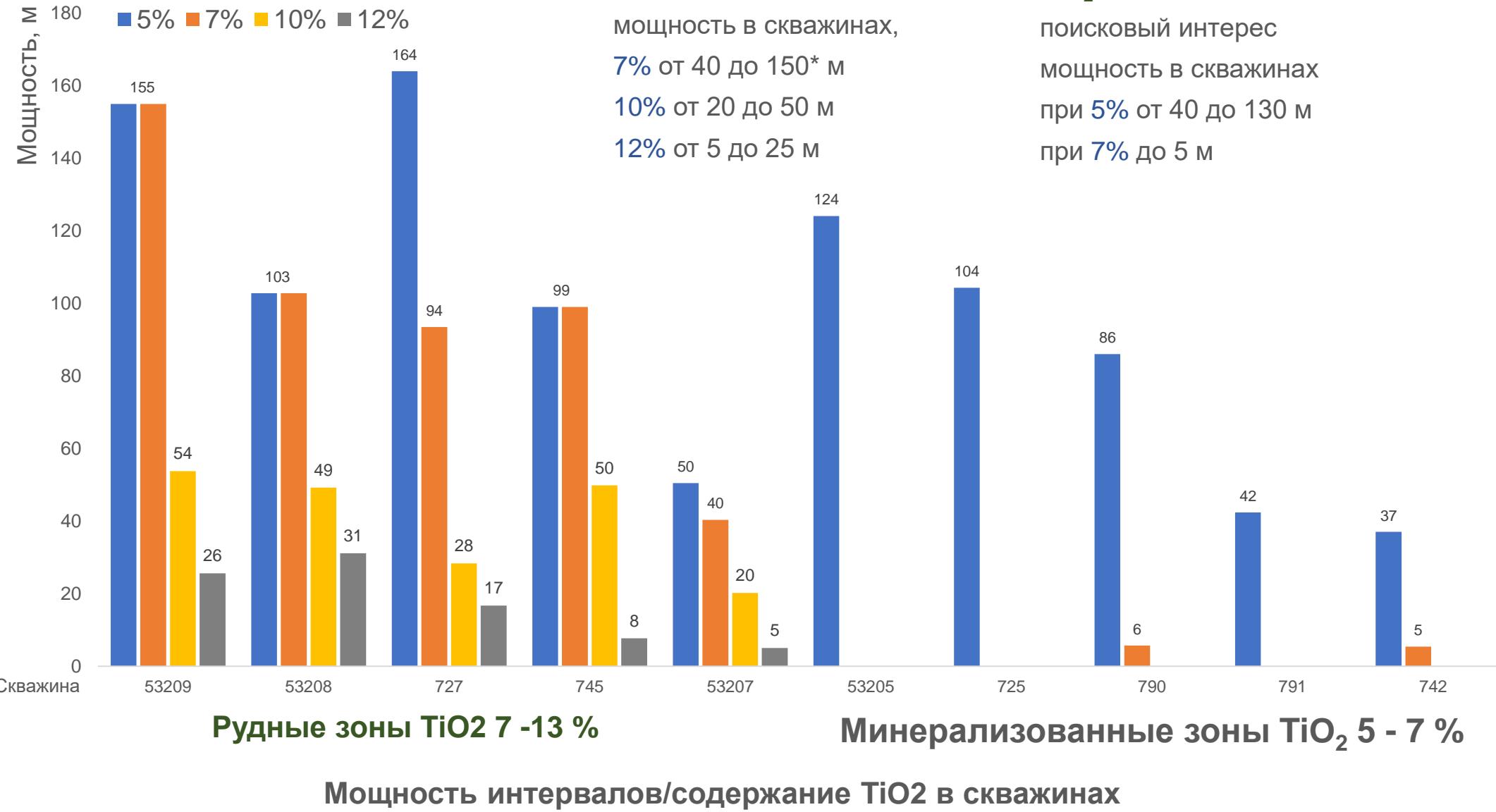
при 7% до 5 м

протяженность в плане
(суммарно)

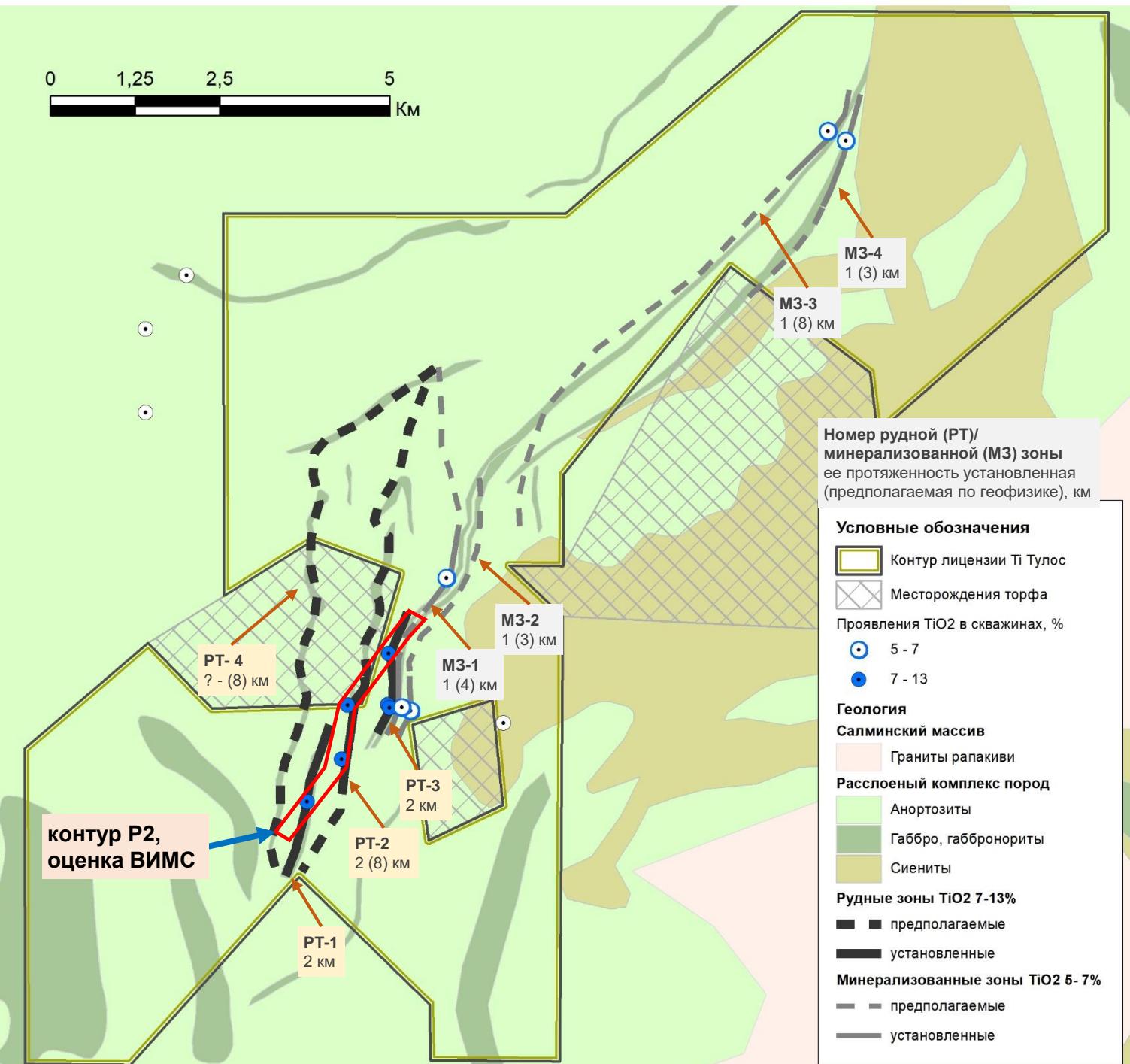
установленная – 5.6 км

предполагаемая – 21 км

Выявлено 2 типа зон по содержанию TiO₂:



0 1,25 2,5 5 Км



Прогнозные ресурсы и ресурсный потенциал площади

Прогнозные ресурсы Р2 (ФБГУ ВИМС)

Длина Р3, м	Мощность, м	Глубина, м	Руда, млн.т.	TiO ₂ , %	TiO ₂ , млн. т
3730	40.5	200	94	9.8	9.2

Ресурсный потенциал площади (ФБГУ ВИМС)

PT1+PT2+PT3 > 30 млн т TiO₂

Заказчик: ООО «Индустрия»

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФБГУ «ВИМС»)

Экз. №

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ООО «Индустрия»
В.Г. Дунаев

« » 2024 г.

Информационный отчет
О результатах работ по объекту:

«Выполнение работ по исследованию технологических свойств малых пробы (Республика Карелия) и оценки прогнозных ресурсов ильменитового сырья»
(Договор № ИНД 2(01-1-0187) от 26.06.2023г.)

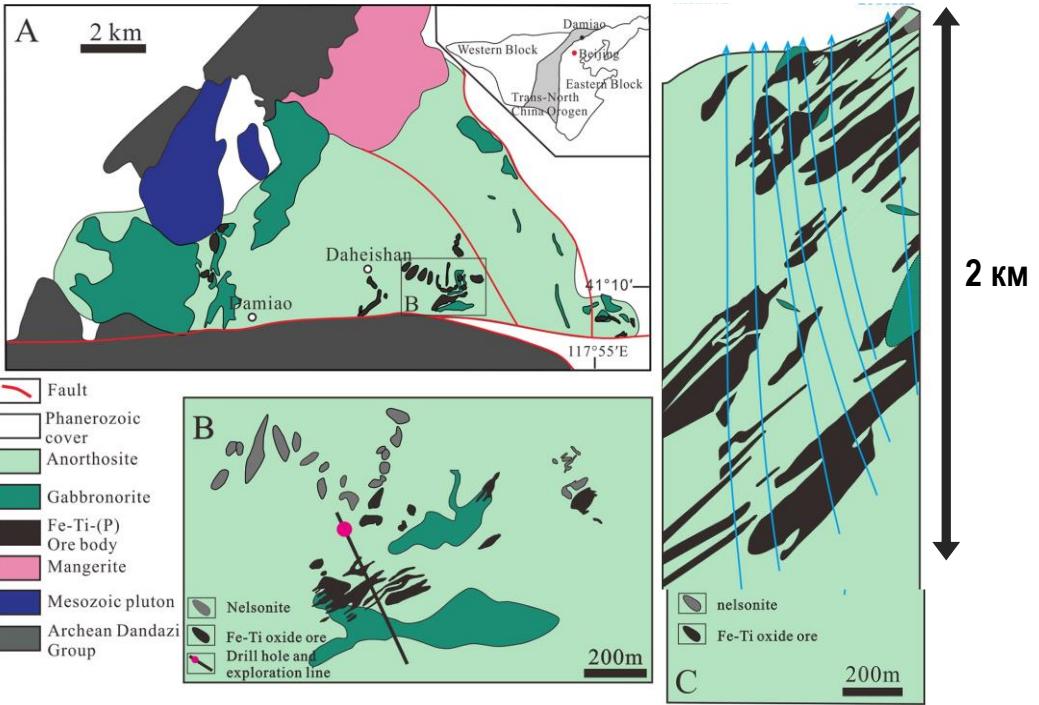
Генеральный директор
ФГБУ «ВИМС»
О.В. Казанов



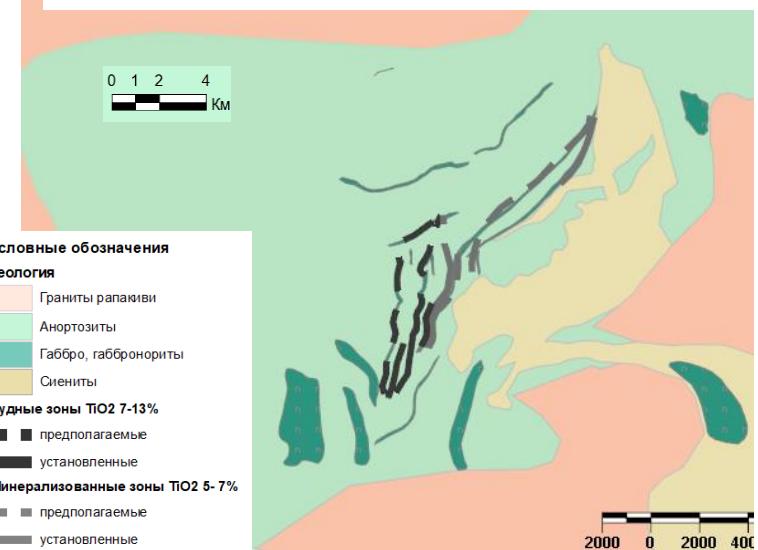
Ответственный исполнитель
Руководитель геологической службы
ФГБУ «ВИМС»
А.А. Пестриков

г. Москва, 2024 г

Дамиао, Китай - TiO_2 317 млн.т, 8.6%

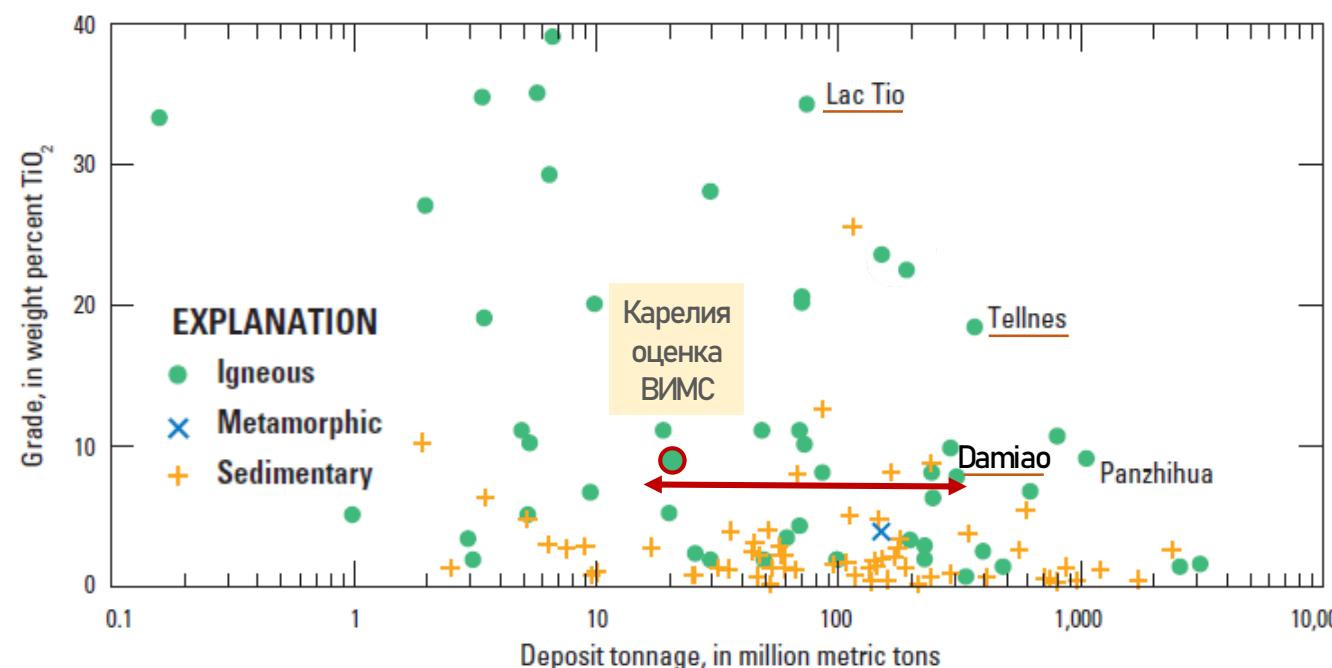


Тулос, Карелия РФ - TiO_2 оценка ВИМС $\Sigma 30$ млн.т, 9.8%



Месторождения аналоги в схожих геологических обстановках

Месторождение	Страна	Статус	Ресурсы TiO ₂ , млн. т.	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Fe/Ti	Возраст, млрд. лет
Лак-Тио	Канада	отрабатывается	153	28%	34%	0.4%	1 - 2	1,02
Телннес	Норвегия	отрабатывается	380	-	18%	-	1.5 - 2	0,93
Дамиао	Китай	отрабатывается	317	33%	8.6%	0.3%	4 - 6	1,74
Карелия	РФ	поисково-оценочная стадия	от 30	23%	9.8%	0.1%	2 - 3	1,54
Кржемянка	Польша	не отрабатывается	98	27%	7%	0.3%	3 - 4	1,51
Стремигородское*	Украина	отрабатывается (?)	85	15%	7%	0.1%	2 - 3	1,8
Сэнфорд Хилл	США	отработывалось до 1950-х г.	100	33%	16%	0.2%	2 - 3	1,15



Текущий ресурсный потенциал месторождения оценивается в **30 млн т.** но учитывая масштаб и сходство геологического строения с месторождениями-аналогами можно прогнозировать выявление крупного объекта с запасами TiO₂ более **100 млн.т.**

*Fe-Ti-V-P ore deposits associated with Proterozoic massif-type anorthosites and related rocks, Charlier et al, 2014.

Результаты изучения технологических свойств руд

Технологические исследования

Заказчик: ООО «Индустря»

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФГБУ «ВИМС»)

Экз. №

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ООО «Индустря»



В.Г. Дунаев
«___» 2024 г.

Информационный отчёт
о результатах работ по объекту:

«Выполнение работ по исследованию технологических свойств малых пробы (Республика Карелия) и оценки прогнозных ресурсов ильменитового сырья»
(Договор № ИНД 2(01-1-0187) от 26.06.2023г.)

Генеральный директор
ФГБУ «ВИМС»
О.В. Казанов



Ответственный исполнитель
Руководитель геологической службы
ФГБУ «ВИМС»
А.А. Пестриков

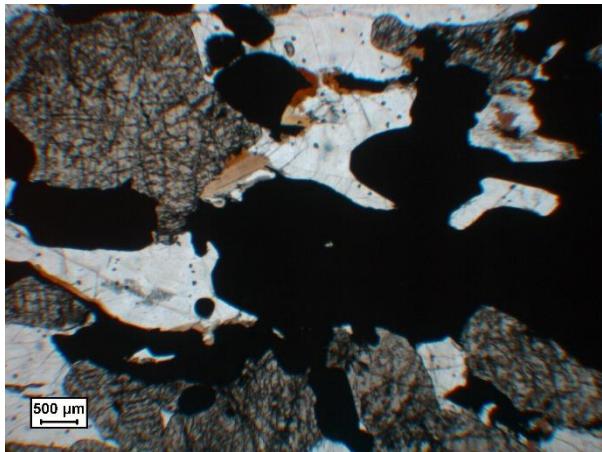
г. Москва, 2024 г

Проведены ФГБУ «ВИМС» на материале 3 МТП, сформированных из дубликатов керновых проб массой по 45 кг каждая, с целью **получения ильменитового концентрата** как конечной товарной продукции

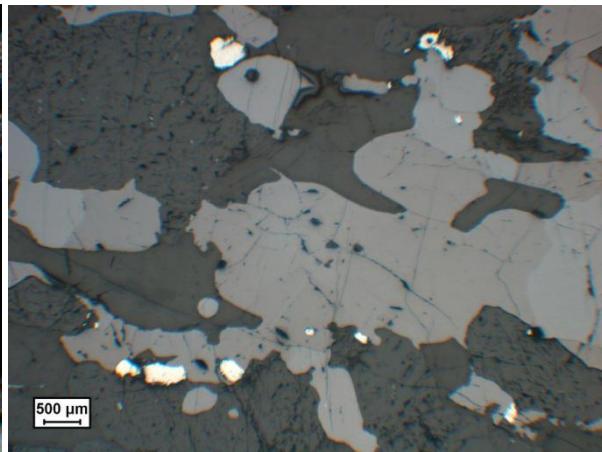
Общий вид текстуры руд МТП



Вкрапленность ильменита в норите: а) проходящий свет, б) отраженный свет

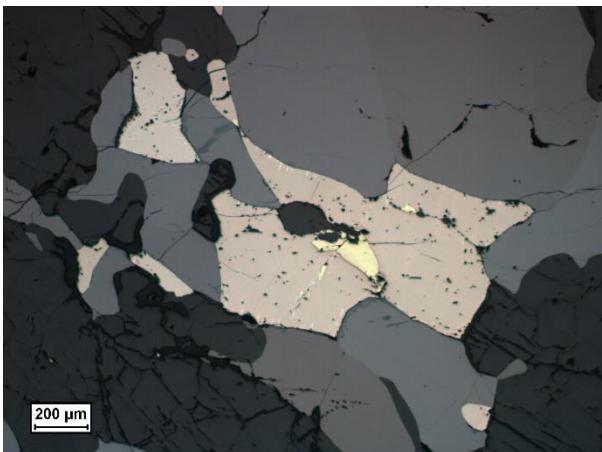


а

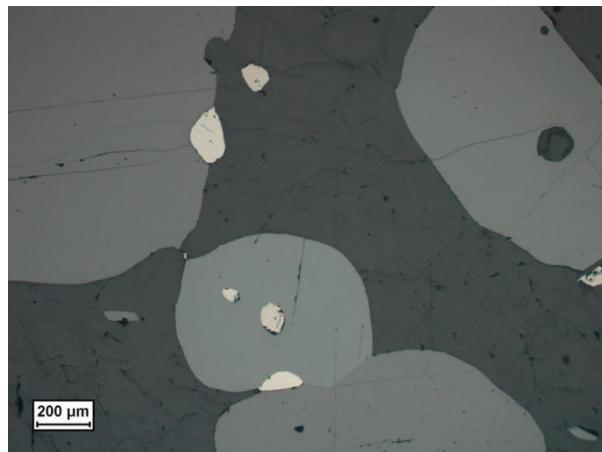


б

Включения сульфидов (пирротина и халькопирита) и нерудных минералов в ильмените



в



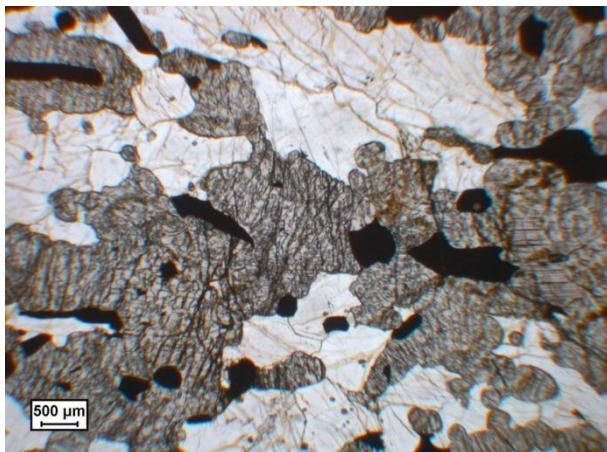
г

Минеральный состав проб

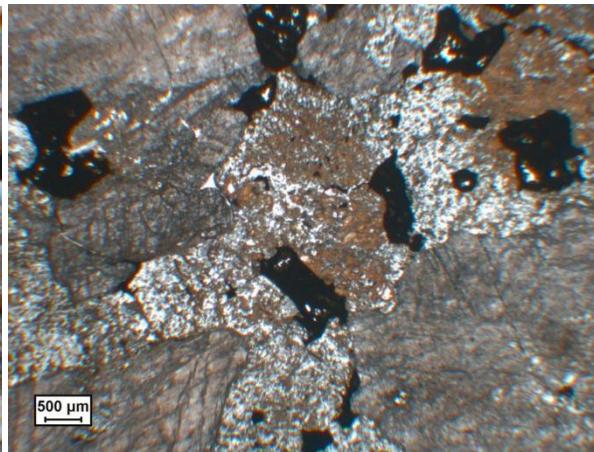
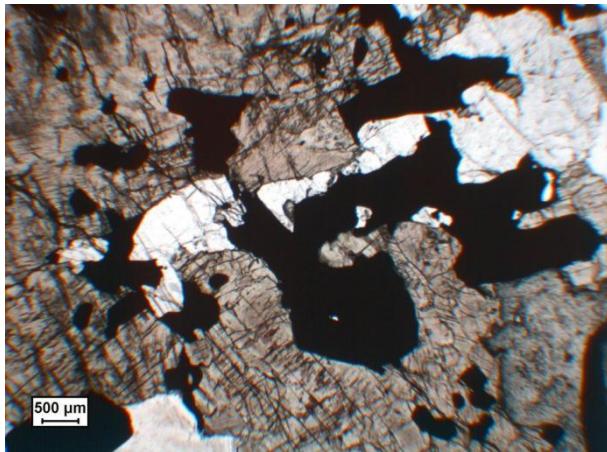
Минералы	Содержание, масс. %		
	МТП-1	МТП-2	МТП-3
РУДНЫЕ МИНЕРАЛЫ			
Ильменит	17	18	22
Пирротин	1	1	0
ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ			
Плагиоклаз	49	37	36
Пироксен ромбический	17	28	29
Пироксен моноклинный	5	4,5	5,5
Кварц	2	3,5	1,5
Биотит	0	1	1
ВТОРИЧНЫЕ МИНЕРАЛЫ			
Монтмориллонит	5	0	0
Доломит	2	2	2
Амфибол	1	2	1,5
Хлорит	1	1	0,5
Тальк	0	1,5	0
Сerpентин	0	0	1
Прочие*	0	0,5	0
Сумма:	100	100	100

Руды ильменитового типа,
без титаномагнетита (!)

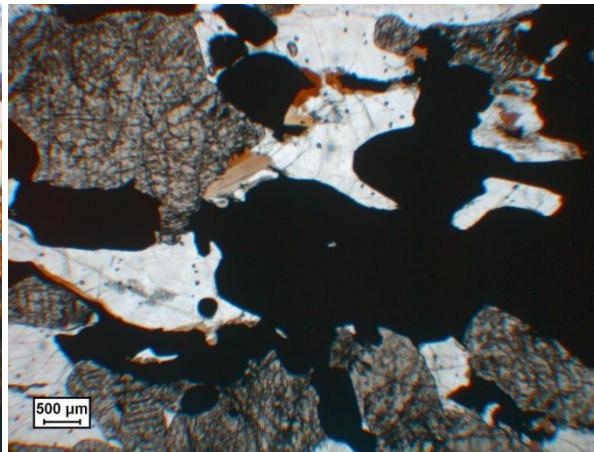
Вкрапленная текстура руды

**а**

бедновкрапленная

**б****в**

умеренно вкрапленная

**г**

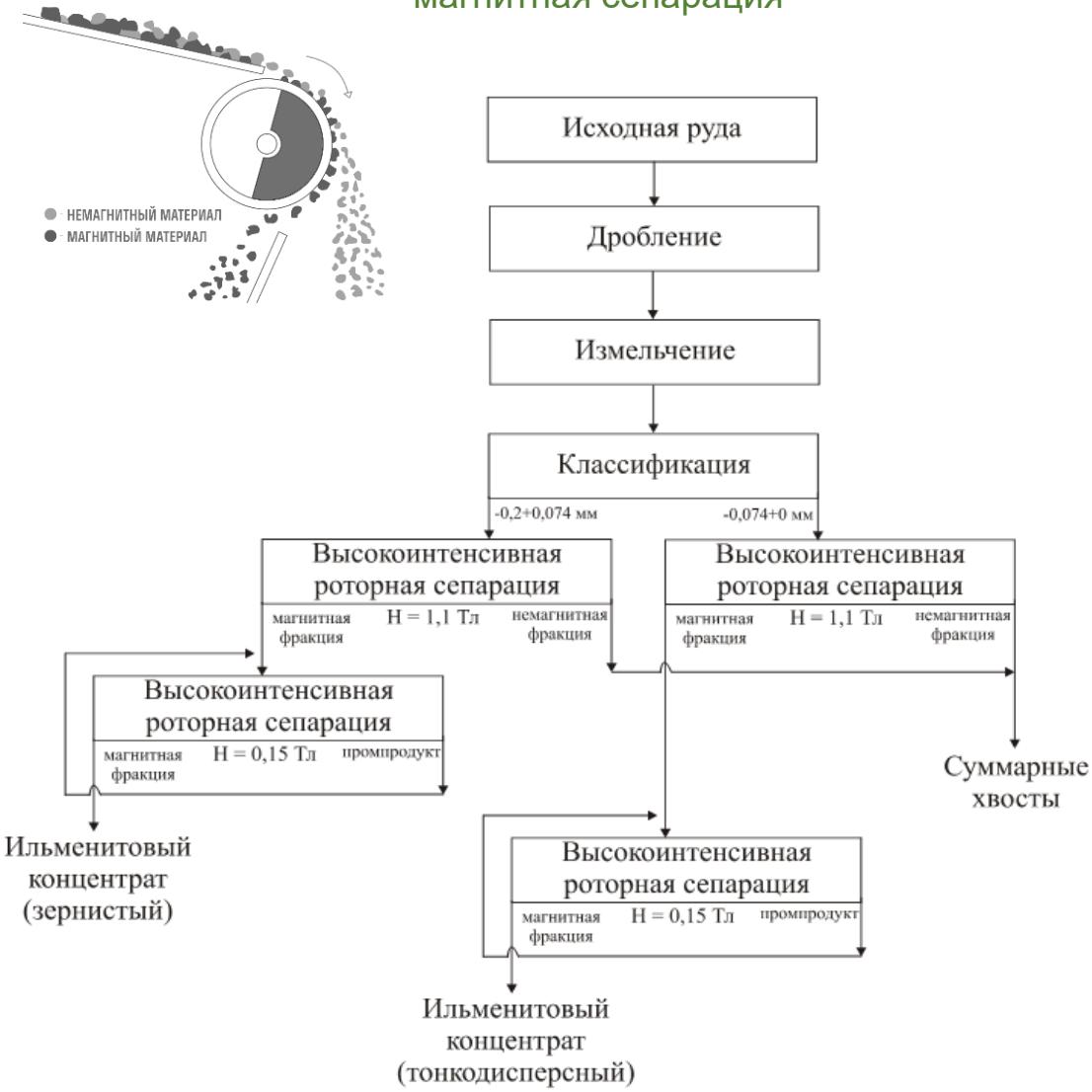
богатовкрапленная

Химический состав исходных проб

Элемент	Содержание, масс. %		
	МТП-1	МТП-2	МТП-3
TiO ₂	9.23	9.34	11.16
Fe ₂ O ₃ общ.	21.1	23.63	24.67
SiO ₂	41.75	41.07	39.21
Al ₂ O ₃	9.89	7.3	6.91
MgO	8.4	11.09	10.3
CaO	5.83	4.57	5.34
Na ₂ O	1.95	1.73	1.67
K ₂ O	0.51	0.49	0.24
MnO	0.27	0.28	0.3
V ₂ O ₅	0.095	0.1	0.12
Cr ₂ O ₃	0.046	0.043	0.051
P ₂ O ₅	0.31	0.28	0.31
S _{общ}	<0.010	0.59	0.34
Fe _{магн}	<1	<1	<1

Оценка возможности получения ильменитового концентрата

Схема 1. Высокоинтенсивная роторная магнитная сепарация

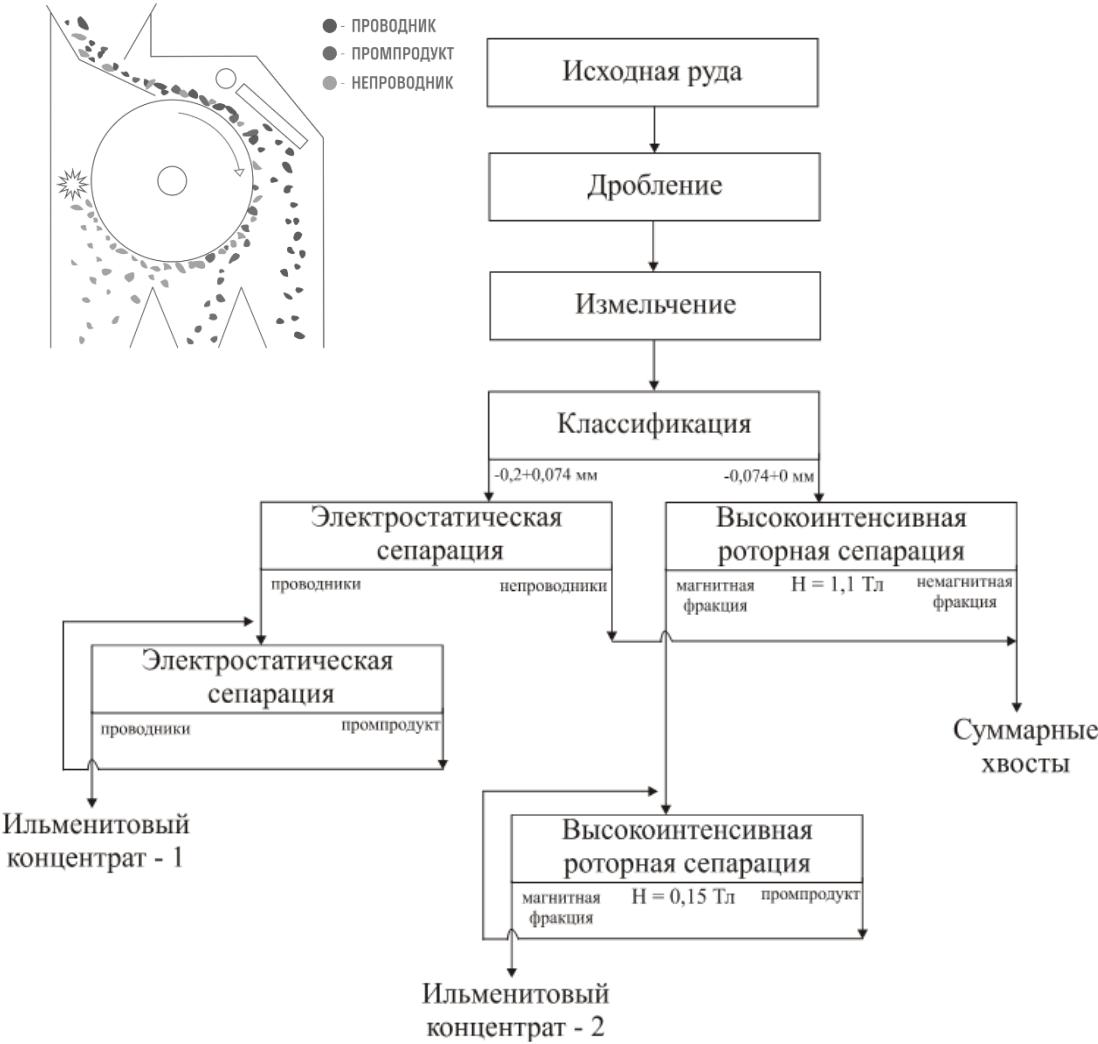


× результат обогащения отрицательный

Наименование продукта	Выход от руды, %	Содержание TiO_2 , %	Извлечение TiO_2 от руды, %
Проба МТП-1			
Ильменитовый концентрат (зернистый)	20.80	25.14	56.60
Ильменитовый концентрат (тонкодисперсный)	7.77	17.03	14.32
Суммарный ильменитовый концентрат	28.57	22.9	70.92
Суммарные хвосты	71.43	3.76	29.08
Исходная руда МТП-1	100.0	9.23	100.0
Проба МТП-2			
Ильменитовый концентрат (зернистый)	21.17	26.08	59.13
Ильменитовый концентрат (тонкодисперсный)	8.21	17.15	15.08
Суммарный ильменитовый концентрат	29.38	23.6	74.21
Суммарные хвосты	70.62	3.41	25.79
Исходная руда МТП-2	100.0	9.34	100.0
Проба МТП-3			
Ильменитовый концентрат (зернистый)	23.37	30.09	63.00
Ильменитовый концентрат (тонкодисперсный)	13.07	19.20	22.48
Суммарный ильменитовый концентрат	36.44	26.2	85.48
Суммарные хвосты	63.56	2.55	14.52
Исходная руда МТП-3	100.0	11.16	100.0

Оценка возможности получения ильменитового концентрата

По схеме электростатической сепарации



✓ получены товарные концентраты

Наименование продукта	Выход от руды, %	Содержание TiO_2 , %	Извлечение TiO_2 от руды, %
Проба МТП-1, $\text{TiO}_2 - 9.2\%$			
Ильменитовый концентрат – 1 (после электростатической сепарации)	15.2	48.2	79.3
Ильменитовый концентрат – 2 (после роторной сепарации)	7.9	15.2	13.0
Суммарные хвосты	76.9	0.9	7.7
Исходная руда	100.0	9.2	100.0
Проба МТП-2, $\text{TiO}_2 - 9.3\%$			
Ильменитовый концентрат – 1 (после электростатической сепарации)	15.0	49.6	79.8
Ильменитовый концентрат – 2 (после роторной сепарации)	7.6	15.0	12.2
Суммарные хвосты	77.4	1.0	8.0
Исходная руда	100.0	9.3	100.0
Проба МТП-3, $\text{TiO}_2 - 11.2\%$			
Ильменитовый концентрат – 1 (после электростатической сепарации)	17.1	51.5	78.7
Ильменитовый концентрат – 2 (после роторной сепарации)	11.9	14.2	15.1
Суммарные хвосты	71.1	1.0	6.2
Исходная руда	100.0	11.2	100.0

Химический состав ильменитовых концентратов, полученных по методу электростатической сепарации

Выводы по технологической части

- Показана возможность получения **ильменитовых концентратов товарного качества** (на уровне **48-51 % TiO₂** при извлечении 79-80%) по комбинированной схеме с применением метода электростатической сепарации.
- ФГБУ «ВИМС»** дана рекомендация продолжить исследования более эффективного метода обогащения руд, в том числе с использованием **флотационной схемы**.

Элемент, %	технологическая проба			требования к концентратам*	
	МТП-1	МТП-2	МТП-3	ВСМПО-АВИСМА	Титановые инвестиции
TiO ₂	48.2	49.6	51.5	>52	50-55
Fe ₂ O ₃ **	45.5	46.7	45.1	≤40	н/д
V ₂ O ₅	0.19	0.18	0.16	≤0.3	≤0.3
Al ₂ O ₃	0.58	0.57	0.32	≤2.5	≤0.3
SiO ₂	3.58	2.25	1.89	≤2.5	<1%
MnO	0.43	0.42	0.38	≤2.5	≤0.5%
CaO	0.34	0.3	0.21	≤0.3	≤0.15%
Собщ	<0.02	<0.02	<0.02	≤0.1	н/д
P ₂ O ₅	<0.02	<0.02	<0.02	≤0.18	≤0.15%
MgO	2.02	1.74	1.7	≤1.0	≤0.5%
FeO/Fe ₂ O ₃	н/д	н/д	н/д	н/д	1.5-3.0
Cr ₂ O ₃ ***	н/д	н/д	н/д	≤3.5	≤0.03%
K ₂ O	0.08	<0.05	<0.05	н/д	н/д
Na ₂ O	0.15	0.06	0.05	н/д	н/д

* доклад Лаптева А.М. «МСБ титана России: состояние, возможности, перспективы», 2024

** содержание Fe₂O₃ связано с наличием железа в составе ильменита FeTiO₃, в котором содержится до 36,8 % Fe, 31,6 % O, 31,6 % Ti

*** содержание Cr₂O₃ определено только в исходных пробах (<0.05%)

Продукты электростатической сепарации



Химический состав ильменитовых концентратов, полученных по методу электростатической сепарации

Элемент, %	технологическая проба			требования к концентратам*	
	МТП-1	МТП-2	МТП-3	ВСМПО-АВИСМА	Титановые инвестиции
TiO ₂	48.2	49.6	51.5	>52	50-55
Fe ₂ O ₃ **	45.5	46.7	45.1	≤40	н/д
V ₂ O ₅	0.19	0.18	0.16	≤0.3	≤0.3
Al ₂ O ₃	0.58	0.57	0.32	≤2.5	≤0.3
SiO ₂	3.58	2.25	1.89	≤2.5	<1%
MnO	0.43	0.42	0.38	≤2.5	≤0.5%
CaO	0.34	0.3	0.21	≤0.3	≤0.15%
Собщ	<0.02	<0.02	<0.02	≤0.1	н/д
P ₂ O ₅	<0.02	<0.02	<0.02	≤0.18	≤0.15%
MgO	2.02	1.74	1.7	≤1.0	≤0.5%
FeO/Fe ₂ O ₃	н/д	н/д	н/д	н/д	1.5-3.0
Cr ₂ O ₃ ***	н/д	н/д	н/д	≤3.5	≤0.03%
K ₂ O	0.08	<0.05	<0.05	н/д	н/д
Na ₂ O	0.15	0.06	0.05	н/д	н/д

* доклад Лаптева А.М. «МСБ титана России: состояние, возможности, перспективы», 2024

** содержание Fe₂O₃ связано с наличием железа в составе ильменита FeTiO₃, в котором содержится до 36,8 % Fe, 31,6 % O, 31,6 % Ti

*** содержание Cr₂O₃ определено только в исходных пробах (<0.05%)

Сравнение с месторождениями - потенциальными источниками титанового сырья в РФ

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Статус	Ресурсы TiO ₂ , млн. т.	TiO ₂	Комментарий
Тулос	магматогенное ильменитовое	поисково-оценочная стадия	от 30	9.8%	простая и понятная технологическая схема, развитая инфраструктура
Пижемское	россыпное литифицированное ильменит-лейкоксеновое	разведочная стадия	12.8	4.48%	сложная технологическая цепочка с металлургическим переделом, отсутствие инфраструктуры
Яргское	нефтетитановое лейкоксеновое	запасы в нераспределенном фонде недр	278	10.5%	руды труднообогатимы, отсутствие инфраструктуры
Ариадненское	россыпное ильменитовое	подготавливается к отработке (?)	0.4	32 кг/м ³	низкие запасы, плановая годовая производительность по ильменитовому концентрату – 20-62 тыс.т
Медведевское	магматогенное ильменит-титаномагнетитовое	подготавливается к отработке (?)	30	7%	руды труднообогатимы (низкие содержания TiO ₂)
Туганское	россыпное рутил-ильменитовое	отрабатывается	2.5	20 кг/м ³	низкие запасы годовой объем производства ильменитового концентратата - 11.7 тыс.т

Тулос - месторождение уникального для РФ

- **ильменитового типа**
- **с понятной технологической схемой получения концентрата**
- **с существенной ресурсной базой и перспективами ее наращивания**
- **с развитой инфраструктурой**



Федеральное агентство по недропользованию

Департамент по недропользованию по
Северо-Западному федеральному округу, на
континентальном шельфе и в Мировом
океане (Севзапнедра)

ЛИЦЕНЗИЯ
на пользование недрами

ПТЗ 034881 ТП
серия номер тип
Л060-00174-78/02623688
номер ЕРУЛ

Выдана	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ИНДУСТРИЯ", ИНН 6658255739
Вид пользования недрами	геологическое изучение, включающее поиски и оценку месторождений полезных ископаемых
Наименование участка недр	Тулос
Расположение участка недр	Олонецкий национальный муниципальный район Республики Карелия
Срок окончания пользования участком недр	09.07.2030

10.07.2025
дата государственной
регистрации

И.о. начальника



Яхин Ринат
Ралифович

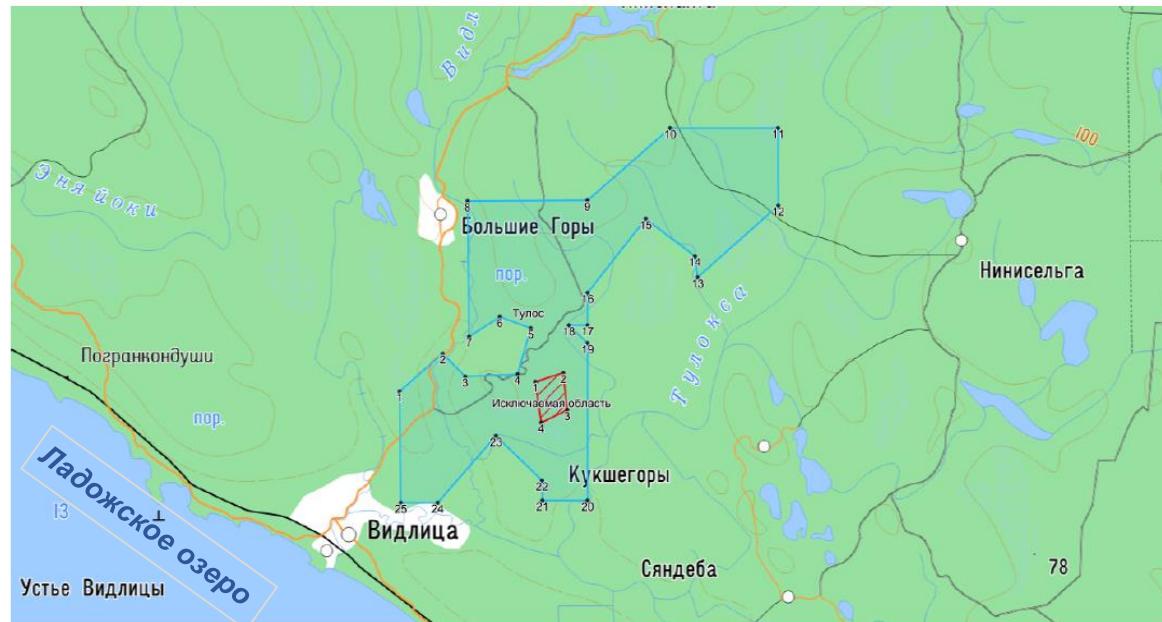
На участок недр получена лицензия ПТЗ 034881 ТП
на геологическое изучение, поиски и оценку

Вид полезного ископаемого: руда на титан

Срок действия: 09.07.2030

Приложение № 3 к лицензии на пользование недрами
ПТЗ 034881 ТП

**СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ УЧАСТКА НЕДР И ОПИСАНИЕ ЕГО
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГРАНИЦ**



Цели и задачи реализации проекта

Целеполагание

- Выявление месторождения титановых руд ресурсами TiO_2 не менее **20 млн т**
- Среднее содержание TiO_2 в руде не менее **7.5%**, в концентрате не менее **50%**
- Планируемый способ отработки – ОГР
- Планируемая годовая производительность по руде 3 млн.т, по ильменитовому концентрату (50% TiO_2) – **470 тыс.т**
- Технология переработки руды: электромагнитная сепарация или флотация
- Строительство нового ГОКа

Задачи и вызовы которые стоят перед проектом

- Подтверждение параметров рудных тел бурением
- Разработка ТЭО ВРК, постановка запасов на госбаланс
- Оценка влияния фактора мощности рыхлых отложений 40 – 60 м на параметры экономики предприятия
- **Оценка востребованности получаемого ильменитового концентратата и объемов возможного потребления у конечных производителей в РФ**
- Оценка возможности продажи концентратата на внешние рынки
- Повышение качества концентратата за счет оптимизации технологических схем, в т.ч. за счет флотации
- Определение минимального содержания TiO_2 в руде, при котором возможно получать концентрат приемлемого качества

Месторождение Тулос - новый источник титанового сырья ильменитового типа

Спасибо за внимание

Вихко Александр Сергеевич, главный геолог ООО «Индустря»,

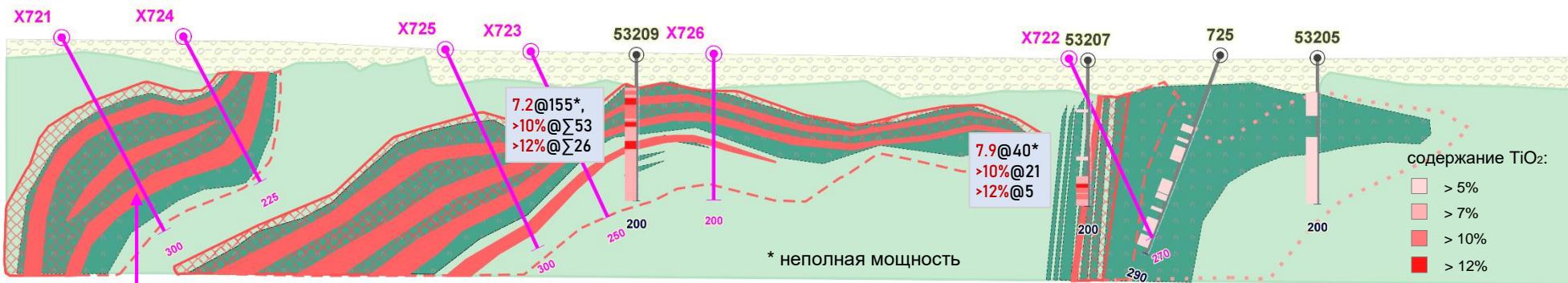
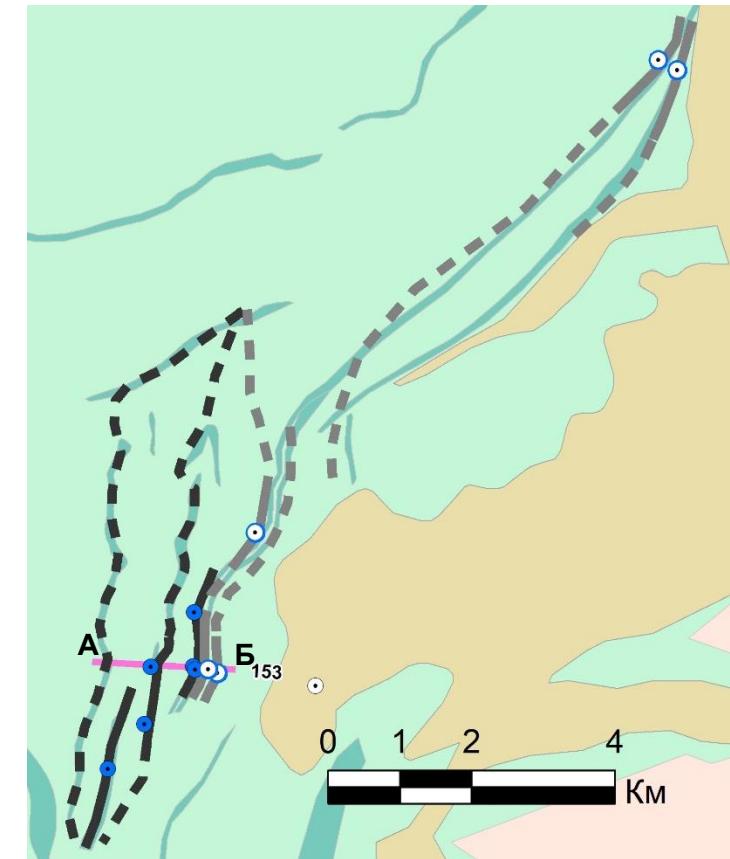
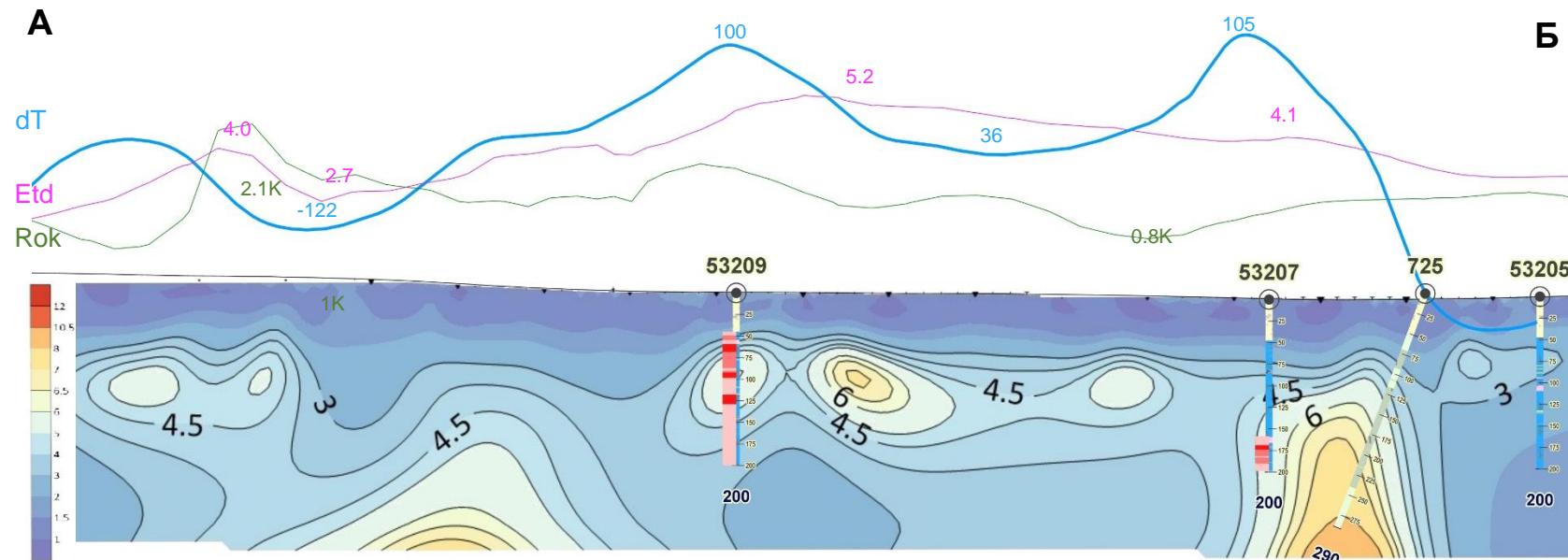
VihkoAS@polymetal.ru

Росляков Сергей Леонидович, директор дирекции проектов АО «Полиметалл УК»

Roslyakov@polymetal.ru

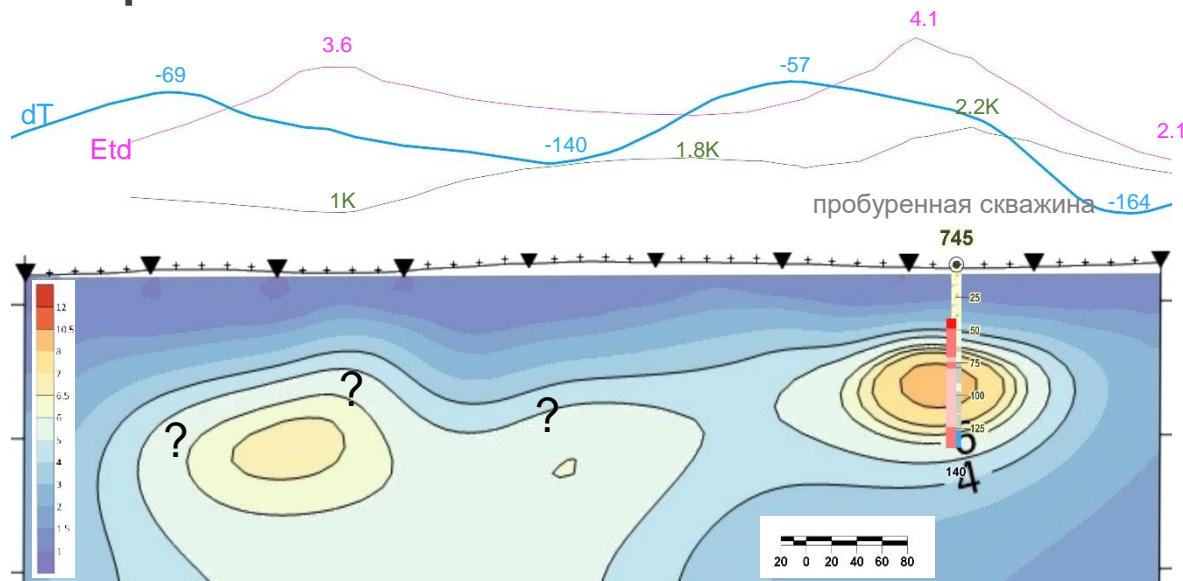


Геологический разрез по Пр-153 совмещенный с графиками геофизики и ТВП

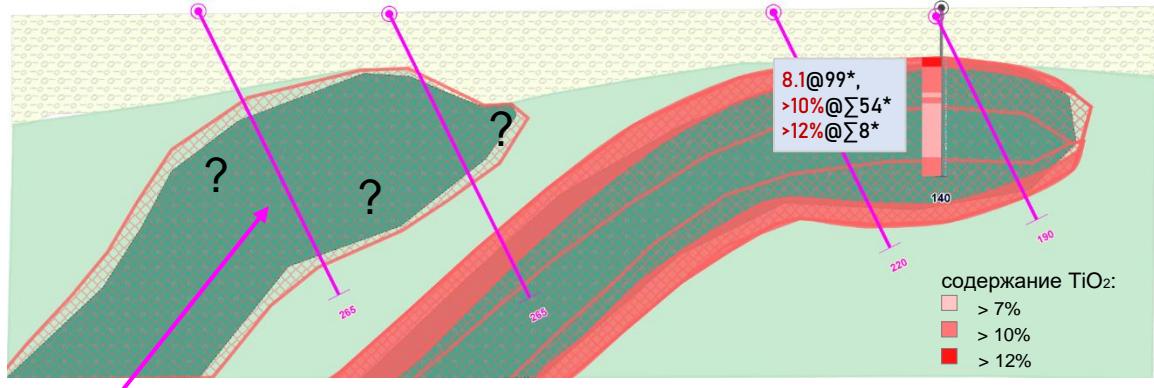


проектные скважины под дальнейшую программу работ (оценка MP Inferred)

Геологический разрез по Пр-140 совмещенный с графиками геофизики и ТВП

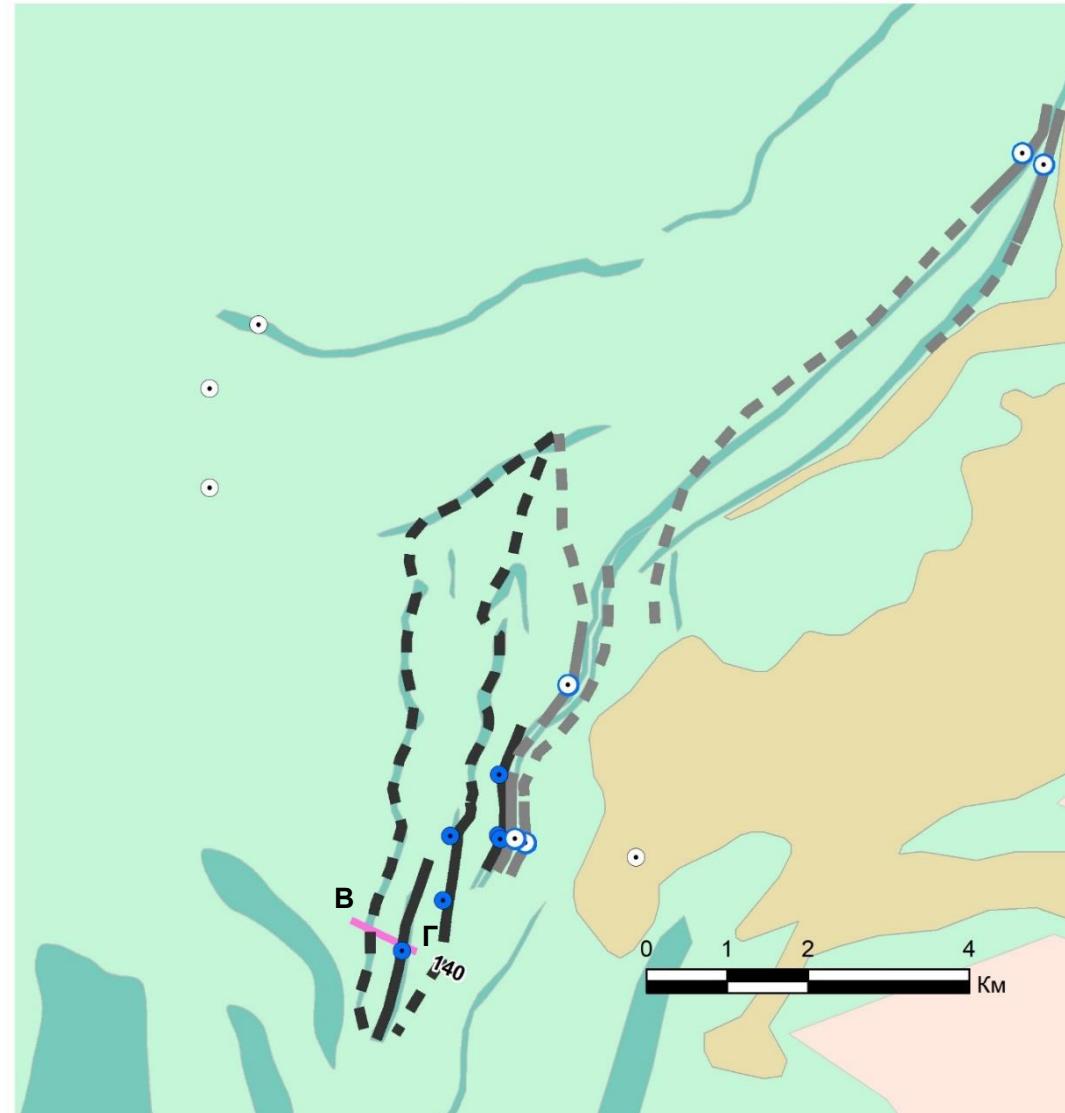


В

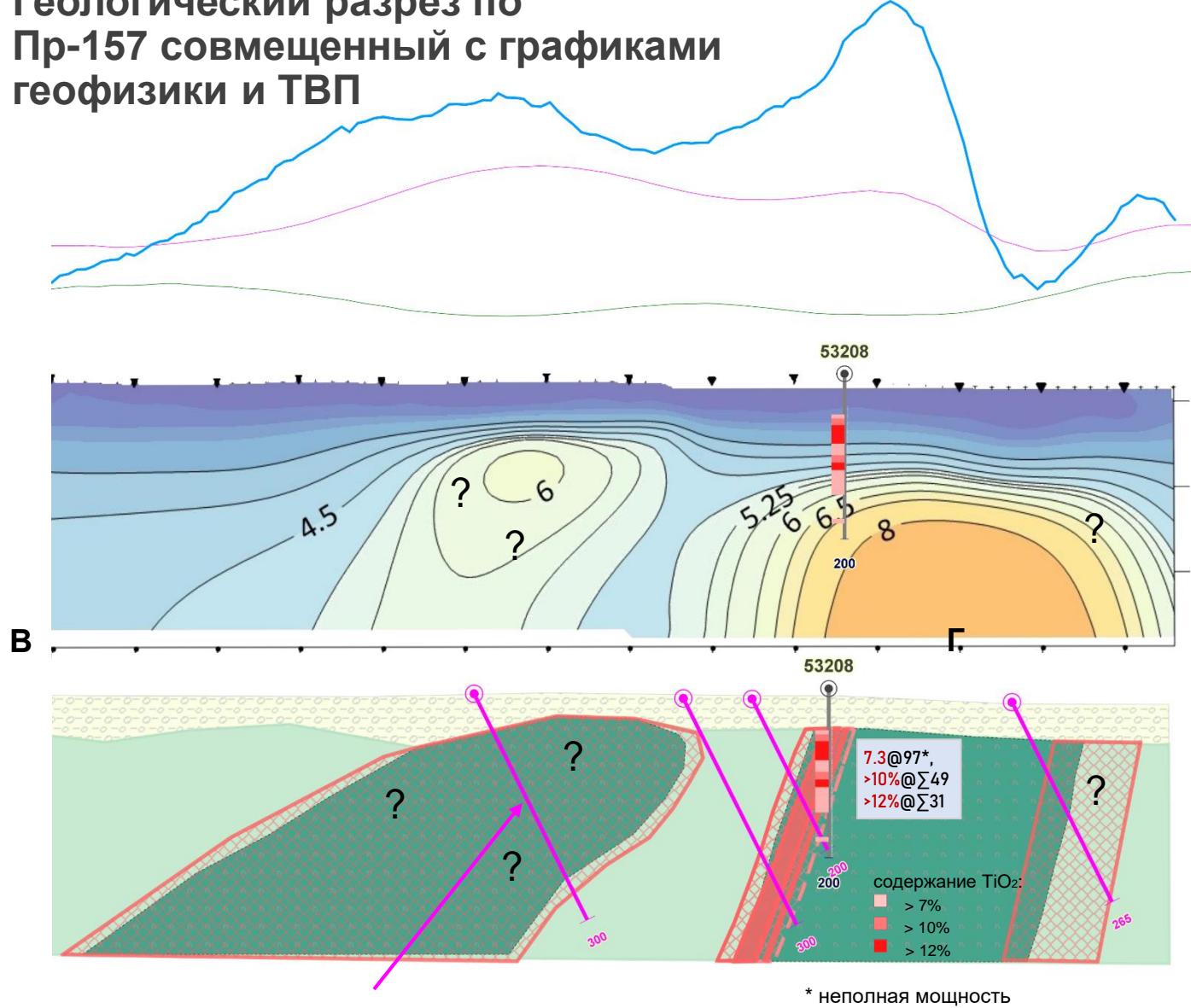


проектные скважины под
дальнейшую программу работ
(оценка MP Inferred)

Г



Геологический разрез по Пр-157 совмещенный с графиками геофизики и ТВП



проектные скважины под
дальнейшую программу работ
(оценка MP Inferred)

