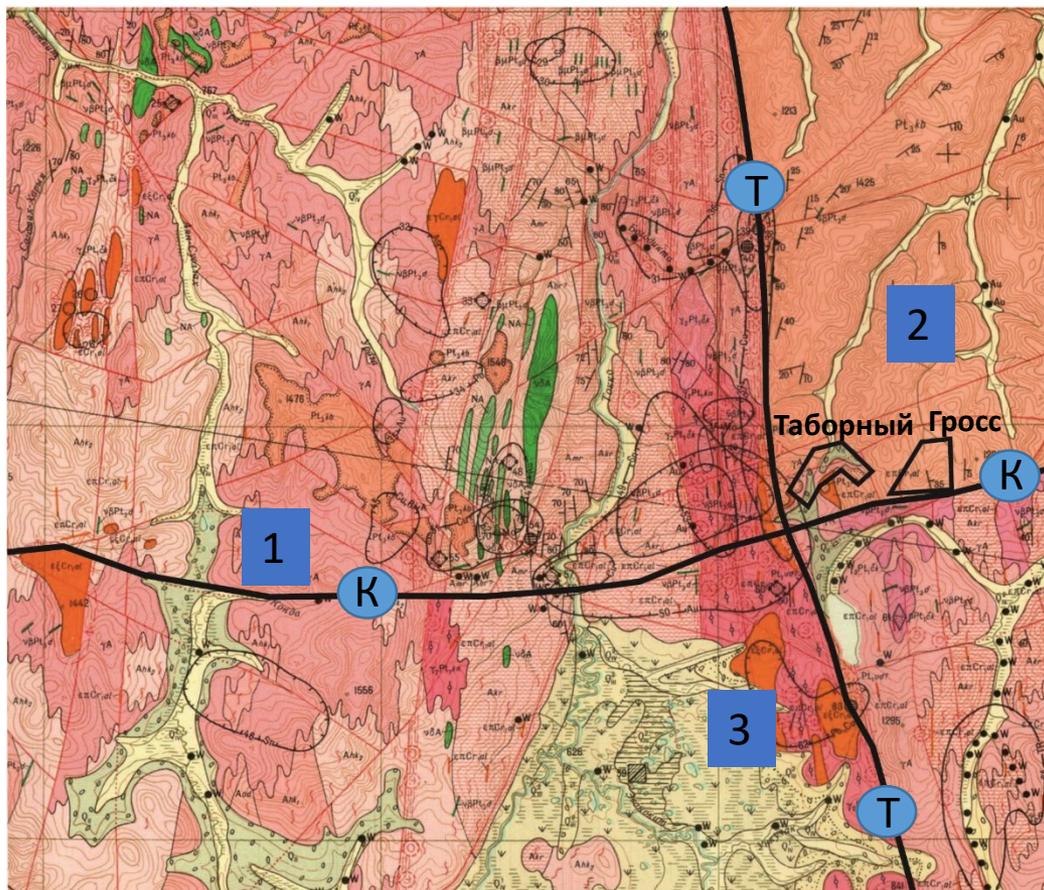


**Поиски и оценка рудного золота в бассейне р. Токко
(Южная Якутия)
АС. Потанин, Н.В. Чварова - НОРДГОЛД**



Характеристика геологии района

Обзорная схема района работ

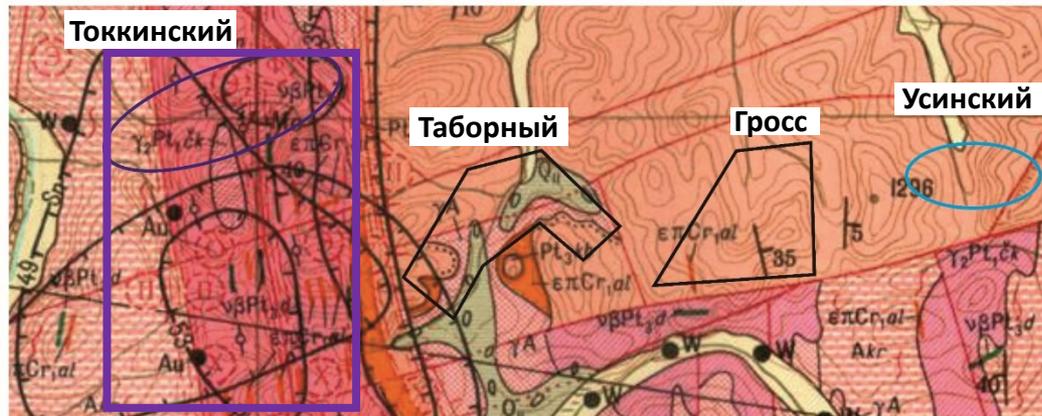
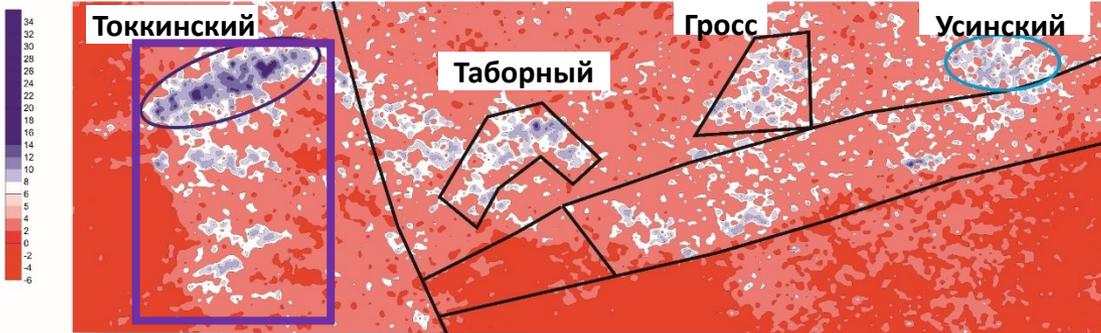


- Рудами известных месторождений Таборное и Гросс являются метасоматически измененные красноцветные песчаники.
- Возраст оруденения - поздняя юра около 140 млн лет. Совпадает с активизацией Алданского щита.
- Основными рудоконтролирующими структурами района являются: субмеридиональный Токкинский (Т) и субширотный Кондинской (К) региональные зоны разломов.
- Объекты приурочены к мощной тектонической зоне брекчирования.
- Генезис объектов гидротермально-метасоматический.
- Рудоносным является щелочной калиевый метасоматоз с пиритизацией.
- Процесс рудообразования связан с щелочными сиенитами.

Геологическое строение района:

1. Породы Архейского фундамента.
2. Песчаники Протерозойского грабена
3. Щелочные интрузивные породы Мезозойского возраста.

Основные концепции поисковых работ



История предыдущих работ:

После обнаружения месторождений Таборный и Гросс были предприняты попытки найти объекты аналоги внутри грабена. Однако, буровые работы на участке Усинский и других, находящихся в сходных геологических условиях успеха не принесли.

Предлагалось: опираясь на составленную прогнозно-поисковую модель провести поисковые работы западнее месторождения Таборный, в породах Архейского фундамента, где также присутствуют признаки благоприятные для обнаружения новых месторождений.

Прогнозно-поисковая модель

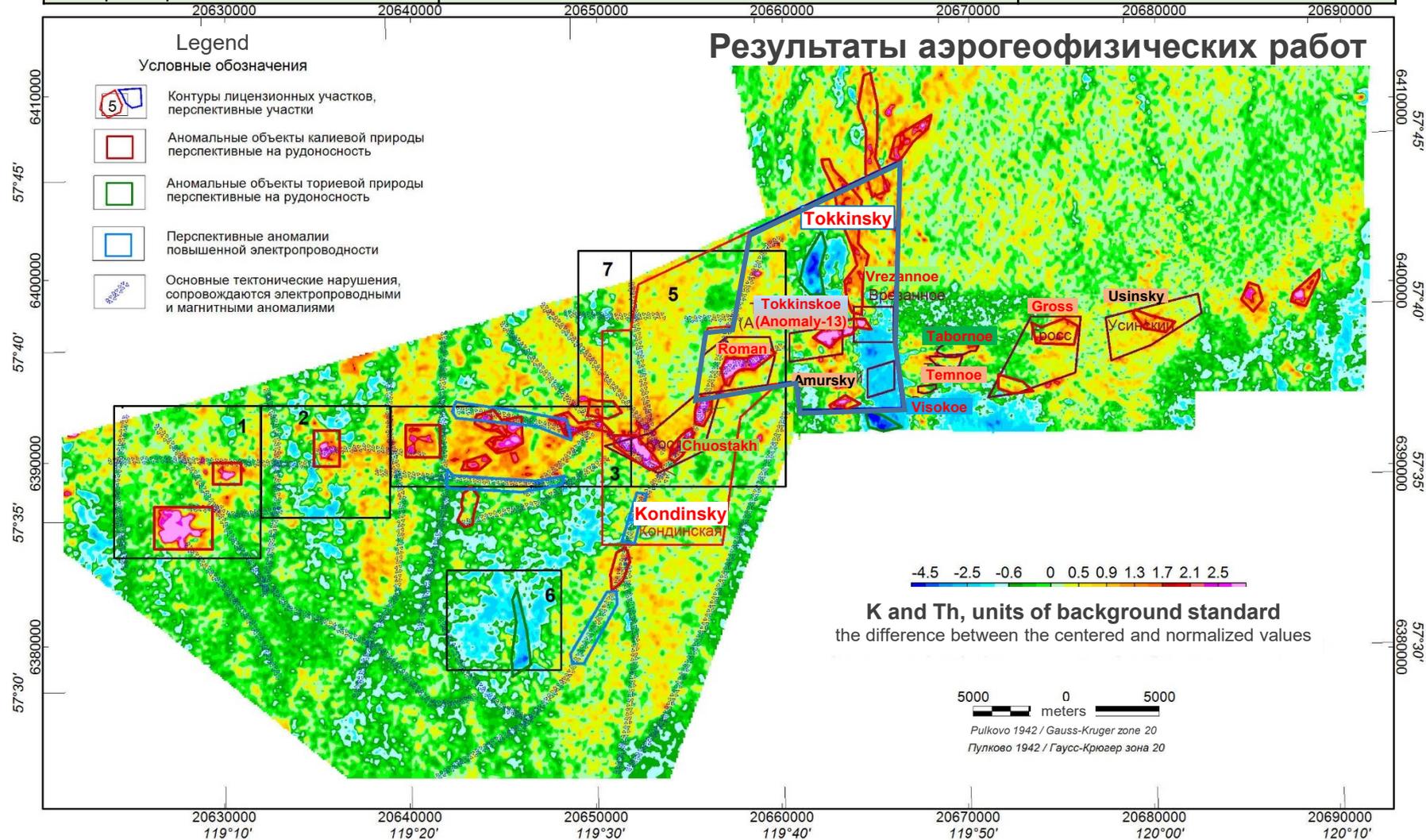
- пространственная и парагенетическая связь с проявлениями мезозойского щелочного магматизма;
- приуроченность к узлам пересечения систем долгоживущих региональных разломов;
- наличие зоны структурного несогласия с геохимическим окислительно-восстановительным барьером;
- широкое развитие процессов катаклаза и брекчирования;
- наличие ореолов окварцевания, карбонатизации и калишпатизации;
- наличие контрастных положительных аномалий отношений K/Th и $K \times U/Th$ (параметр F), по данным гамма-спектрометрии;
- наличие вторичных ореолов рассеяния золота, мышьяка, серебра.

Планирование программы геологоразведочных работ

Стадия	Содержание и сроки работ
0. Выбор участка для поисковых работ	1. Изучение фондовых материалов и геологических отчетов прошлых лет. 2. Выбор площади с использованием составленной прогнозно-поисковой модели. 3. Аэрогеофизические исследования (аэромагнитная, гаммаспектрометрия и электротондирование).
1. Площадные поисковые наземные работы	Геохимические поиски по первичным и вторичным ореолам рассеяния, геологические маршруты, наземные геофизические работы (магнитометрия и гаммаспектрометрия) (1-й год)
2. Заверка выявленных перспективных участков (Стадия открытия)	Заверочные горнопроходческие работы (канавы), RC-бурение на участках, перекрытых чехлом четвертичных отложений. Бурение единичных колонковых скважин, с целью получения промышленных сечений. (2-й год).
3. Оценка выявленных объектов бурением	Колонковое бурение по редкой сети для оконтуривания выявленного оруденения в плане и оценки его на глубину, доступную для открытой отработки. Оценка ресурсного потенциала объекта. Минералогические исследования, предварительная технологическая оценка руд. Первый расчет инвестиционной привлекательности выявленного объекта (3-й год)

Описание работ Этапа 0

Виды и объемы работ	Описание работ	Планируемый результат работ
Изучение фондовых материалов	Работа с архивными материалами	Выбор площади для постановки первоочередных поисковых работ.
Аэрогеофизические исследования (магнитометрия, гаммаспектрометрия и электроразведка) на площади размером около 2 000 км ² .	Масштаб работ 1: 20 000 Полеты по профилям через 200м и контрольные маршруты	

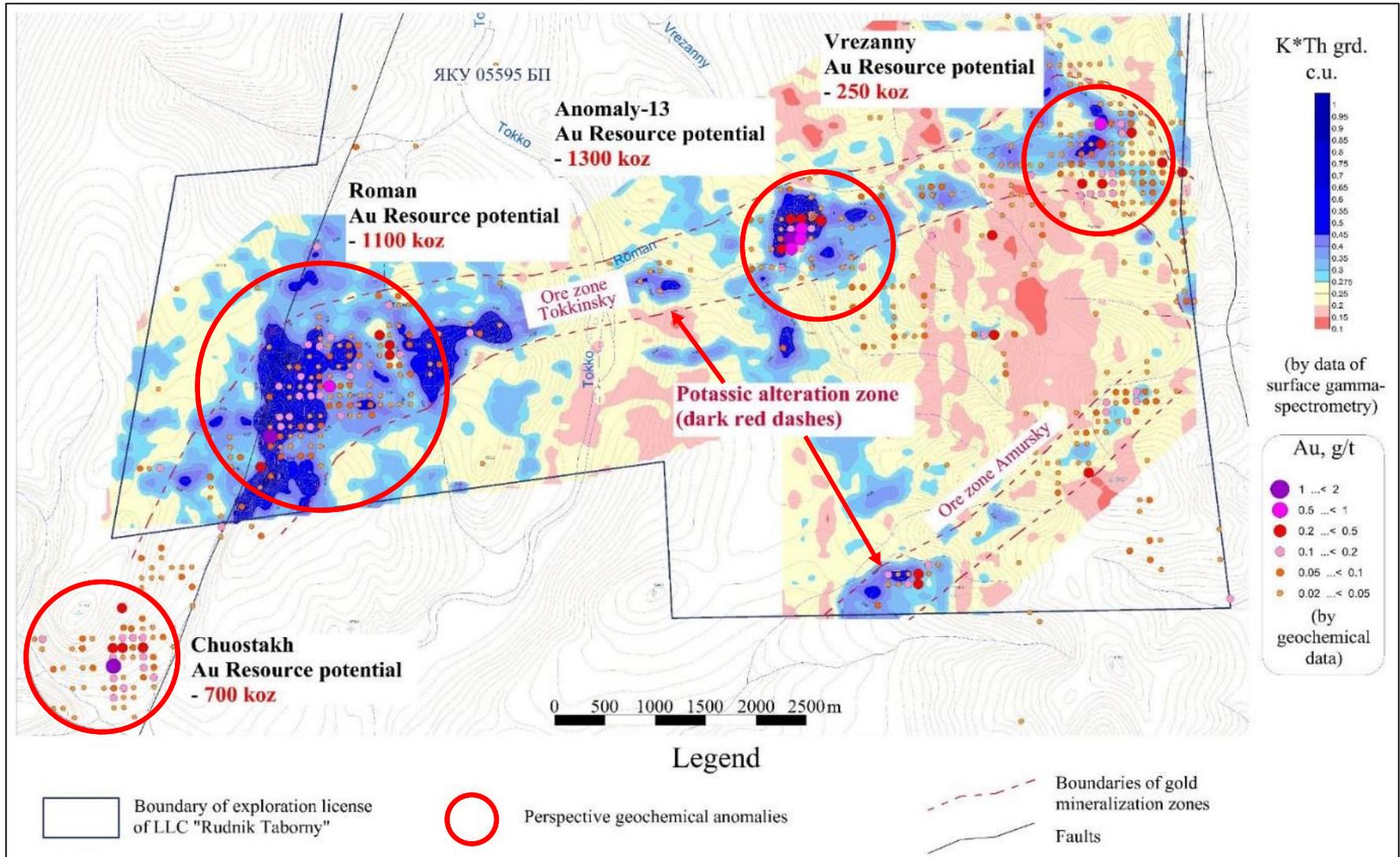


Описание работ Этапа 1

Виды и объемы работ	Описание работ	Планируемый результат работ
Геохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния. Площадь участка в районе 100 км ² .	Отбор проб по сети 100x100м, с последующей аналитикой на Au (пробирный анализ), Ag (AAA), мультиэлементный анализ (ICP-AES с четырехкислотным разложением)	Обнаружение в почве аномалий Au и комплексных аномалий Au, Ag, As
Геологические маршруты. 100 погонных км.	Геолого-поисковые маршруты с опробованием коренных пород и элювиально-делювиальных глыбовых развалов.	Заверка и изучения известных и вновь выявленных пунктов минерализации и геохимических аномалий.
Наземные геофизические работы (магнитометрия и гаммаспектрометрия). Площадь участка 40 км ² .	Масштаб работ 1: 10 000 Работы планируются для уточнения выявленных аэрогеофизических аномалий. Проводятся по профилям, совпадающими с геохимическим опробованием.	Получение контрастных положительных аномалий отношений K/Th и K×U/Th (параметр F), по данным гамма-спектрометрии и магнитных аномалий.
Точка принятия решения	Решение о продолжении/завершении проекта принимается после анализа данных и разбраковки выявленных аномалий.	

Токкинская площадь. 2017г.

Результаты площадных геохимических и геофизических работ

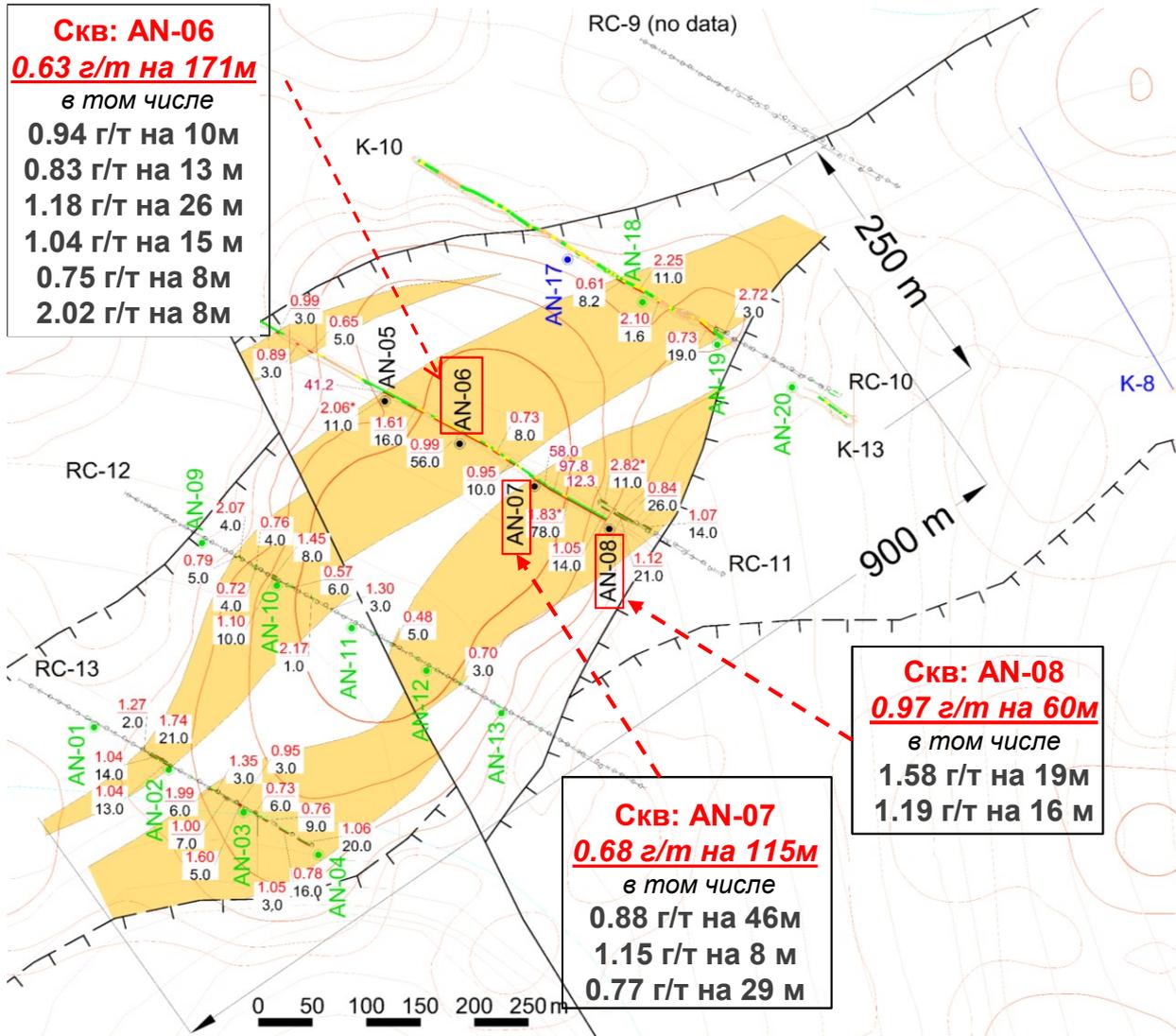


Описание работ Этапа 2

Виды и объемы работ	Описание работ	Планируемый результат работ
Проходка поисковых каналов (2 000 - 2 500 пог.м.)	Выполняются для вскрытия аномалий, выявленных в ходе геохимических поисков по ВОР и для прослеживания зон минерализации по простиранию. Расстояние между каналами 160-320 м, в зависимости от рельефа и размера аномалии. Опробование сплошной бороздой со средней длиной секции 1м.	Оценка золотоносности с поверхности, определение структурных параметров потенциально золотоносных образований, обнаружение промышленной золотоносности.
RC-бурение (5 000 пог. м.)	Выполняется для вскрытия аномалий, при большой мощности рыхлых отложений и на заболоченных участках. Расстояние между линиями бурения 160-320 м, в зависимости от рельефа и размера аномалии. Бурение проводится наклонными скважинами глубиной до 50 м, с обеспечением полного перекрытия разреза. Опробование шлама сплошное, через делитель, с длиной секции 1 м.	Оценка золотоносности с поверхности и на небольшую глубину, определение структурных параметров потенциально золотоносных образований, обнаружение промышленной золотоносности.
Бурение единичных колонковых скважин. (2 000 - 3 000 пог.м)	Прохода колонковых скважин глубиной до 300 м. Бурение проводится в наиболее перспективных рудных структурах определенных в ходе проходки каналов и RC-бурения. Основной диаметр бурения – HQ. Линейный выход керна не менее 95%. Опробование керна сплошное секционное, согласно литологическим разностям, длина секции – 1 м.	Подтверждение прослеживания оруденения на глубину, получение промышленных сечений, определение параметров золоторудных тел.
Аналитика	Все отобранные пробы анализируются на Au пробирным методом с ICP-AES окончанием, на Ag (AAA), и на сопутствующие элементы мультиэлементным анализом (ICP-AES с четырех кислотным разложением)	Регулярно проводится процедуры QC-QA, с использованием бланков, стандартов, контроля пробоподготовки. Проводится внутренний и внешний контроль.
Точка принятия решения	Решение о продолжении/завершении проекта принимается после анализа данных о масштабе выявленных аномалий, количества подтверждённых рудных объектов и содержания в них основных полезных компонентов. Возможна первичная оценка ресурсов Potential	

Токкинская площадь. Результаты первых буровых работ на участке «Аномалия-13» 2018г.

Скв: AN-06
0.63 г/т на 171м
 в том числе
 0.94 г/т на 10м
 0.83 г/т на 13 м
 1.18 г/т на 26 м
 1.04 г/т на 15 м
 0.75 г/т на 8м
 2.02 г/т на 8м



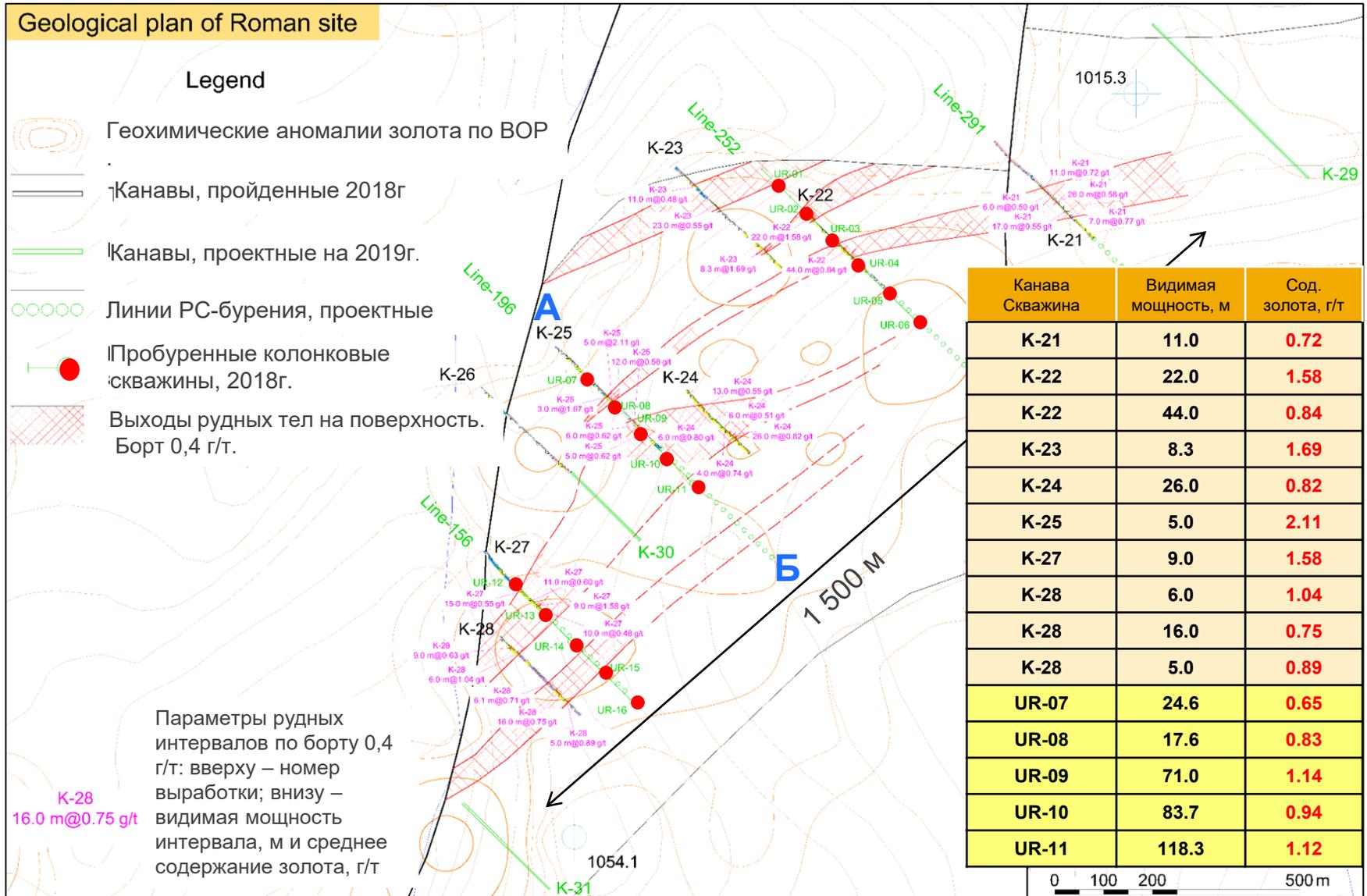
Скв: AN-08
0.97 г/т на 60м
 в том числе
 1.58 г/т на 19м
 1.19 г/т на 16 м

Скв: AN-07
0.68 г/т на 115м
 в том числе
 0.88 г/т на 46м
 1.15 г/т на 8 м
 0.77 г/т на 29 м

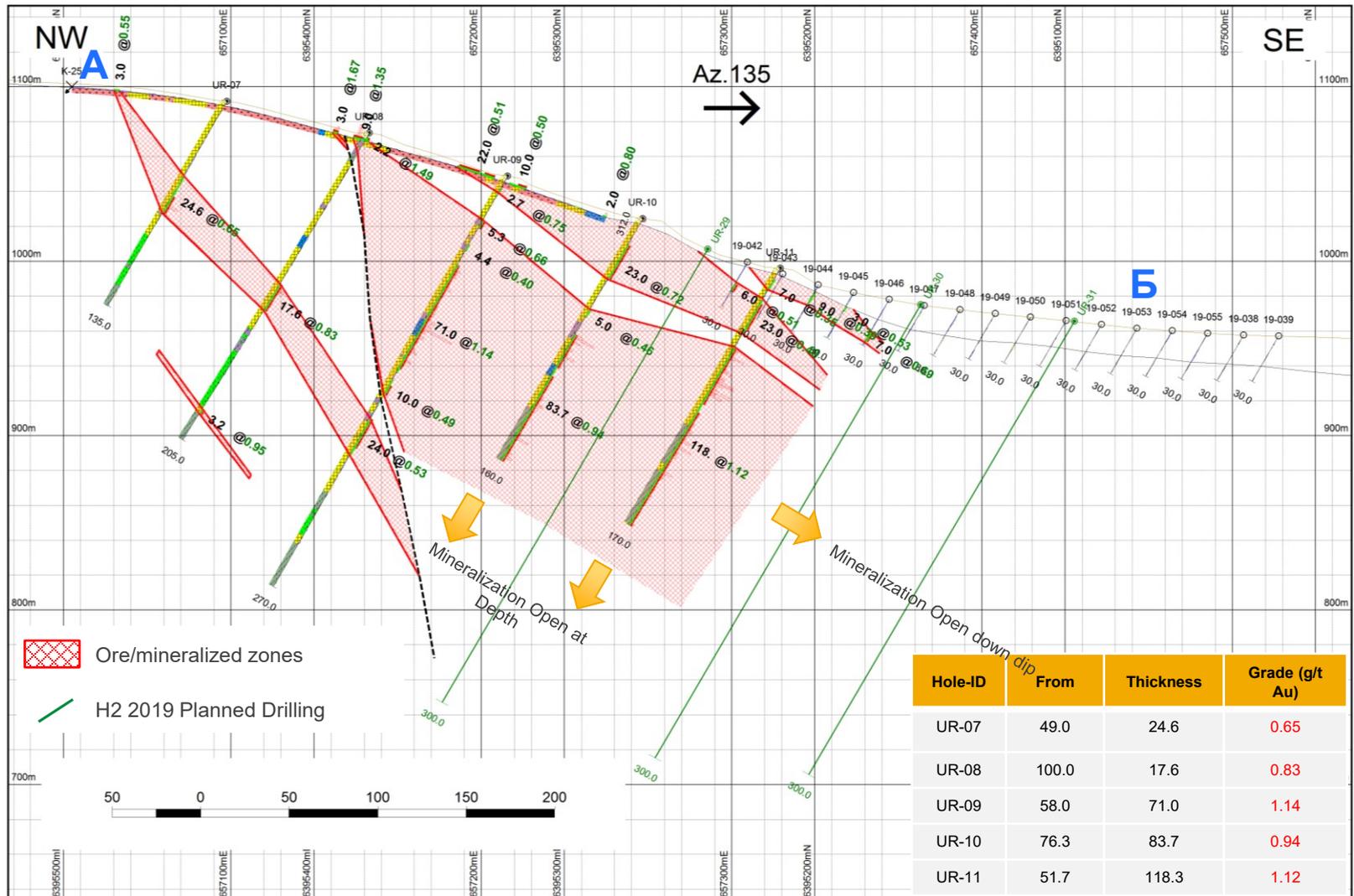
Legend

- К-10 Канавы, пройденные
- К-8 Канавы, проектные
- RC-12 Линии РС-бурения..
- AN-07 Пробуренные колонковые скважины.
- AN-18 Проектные колонковые скважины.
- Выходы рудных тел на поверхность. Борт 0,4 г/т.
- Геохимические аномалии золота по ВОР.
- а) Рудоконтролирующие разрывные нарушения (надвиги).
- б) а) установленные по канavam и скважинам; б) предполагаемые
- 2.06***
11.0 Параметры рудных интервалов: вверху – среднее содержание золота, г/т (* – интервалы с максимальным содержанием золота выше 10 г/т); внизу – видимая мощность интервала, м
- 97.8** Ураганные содержания золота

Токкинская площадь. Результаты первых буровых работ на участке «Роман» 2019г.



Разрез по буровой линии А-Б на участке «Роман» 2019г.

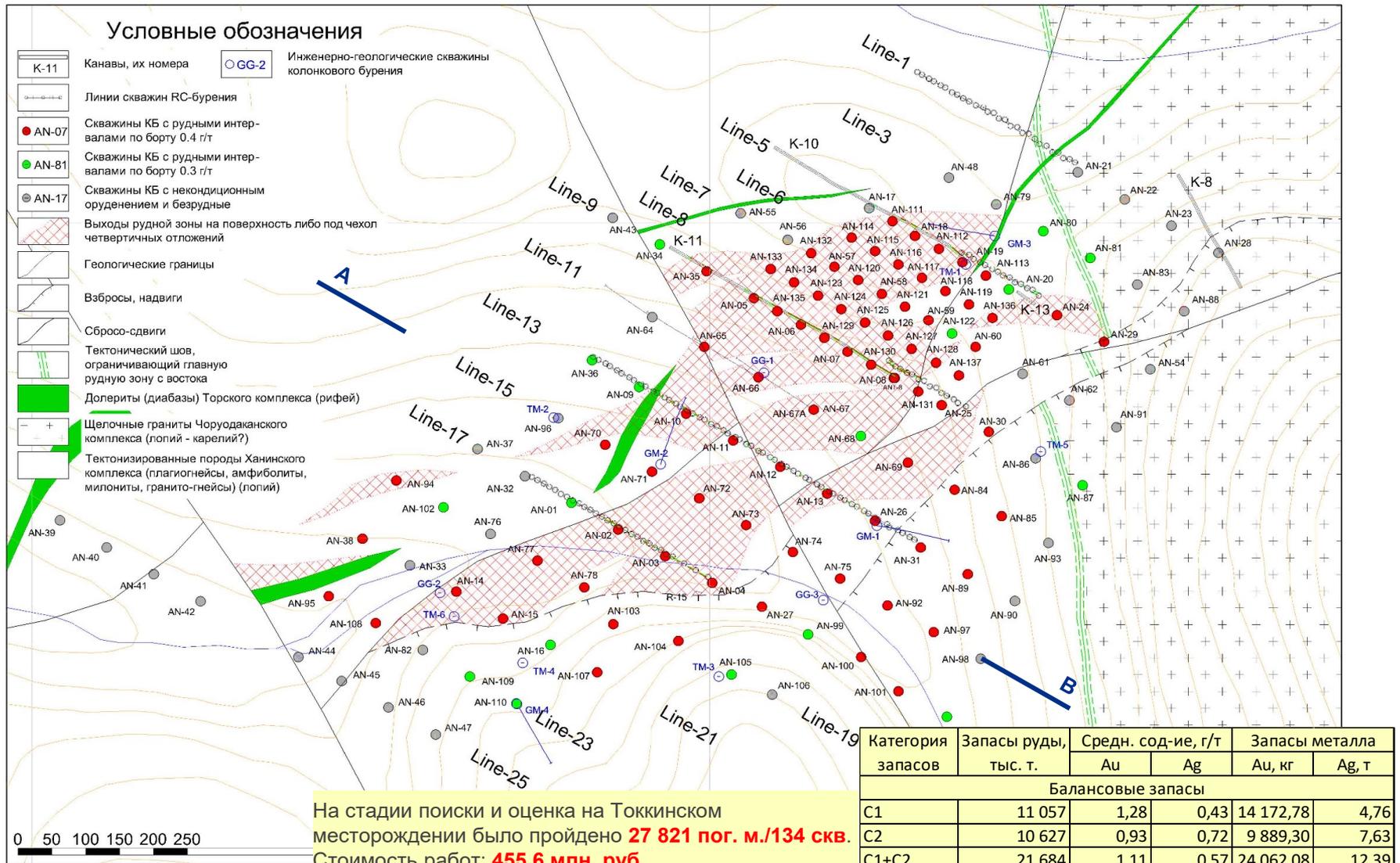


Описание работ Этапа №3

Виды работ	Описание работ	Планируемый результат работ
Колонковое бурение (15 000 - 20 000 м)	Проходка колонковых скважин глубиной до 300 м, ориентированных вкрест простирания рудных структур, определённого на Этапе 2 в ходе проходки канав, скважин RC-бурения. Сеть бурения 80x160 м (может корректироваться с учетом размера предполагаемых рудных структур). Основной диаметр бурения – HQ. Обеспечивается линейный выход керна не менее 95%. Опробование керна сплошное секционное, согласно литологическим разностям, длина секции – 1 м.	Оценка ресурсов по категории Inferred (C2) Определение параметров, формы, пространственного положения рудных тел, средних содержаний золота в рудах, непрерывности рудных тел, изменчивости основных параметров (содержания золота, мощности рудных тел) в объеме рудных тел, изучение состава вмещающих пород.
Минералогические исследования и технологическая оценка руд	Для оценки технологических свойств руд и выбора оптимального метода их переработки, планируется отбор образцов на минералого-петрографические исследования и малых технологических проб массой до 300 кг по каждому предполагаемому геолого-промышленному типу руд (включая зону окисления). Для определения положения зоны окисления, планируется провести технологическое картирование типов руд с использованием ботл-тестов.	Определить технологические типы руд и их пространственное положение на выявленных объектах и разработать оптимальную схему переработки.
Аналитика	Все отобранные пробы анализируются на Au пробирным методом с ICP-AES окончанием, на Ag (AAA), и на сопутствующие элементы мультиэлементным анализом (ICP-AES с четырехкислотным разложением)	Регулярно проводится процедуры QC-QA, с использованием бланков, стандартов, контроля пробоподготовки. Проводится внутренний и внешний контроль химических лабораторий
Точка принятия решения	Решение о продолжении/завершении проекта принимается после анализа данных бурения, технологических исследований и моделирования ресурсов категорий Blue Sky и Inferred в среде Micromine / Leapfrog, исходя из размеров, глубины локализации рудных тел, состава руд и строения зоны окисления. Результатом является решение об инвестиционной привлекательности проекта. Отчет компе	

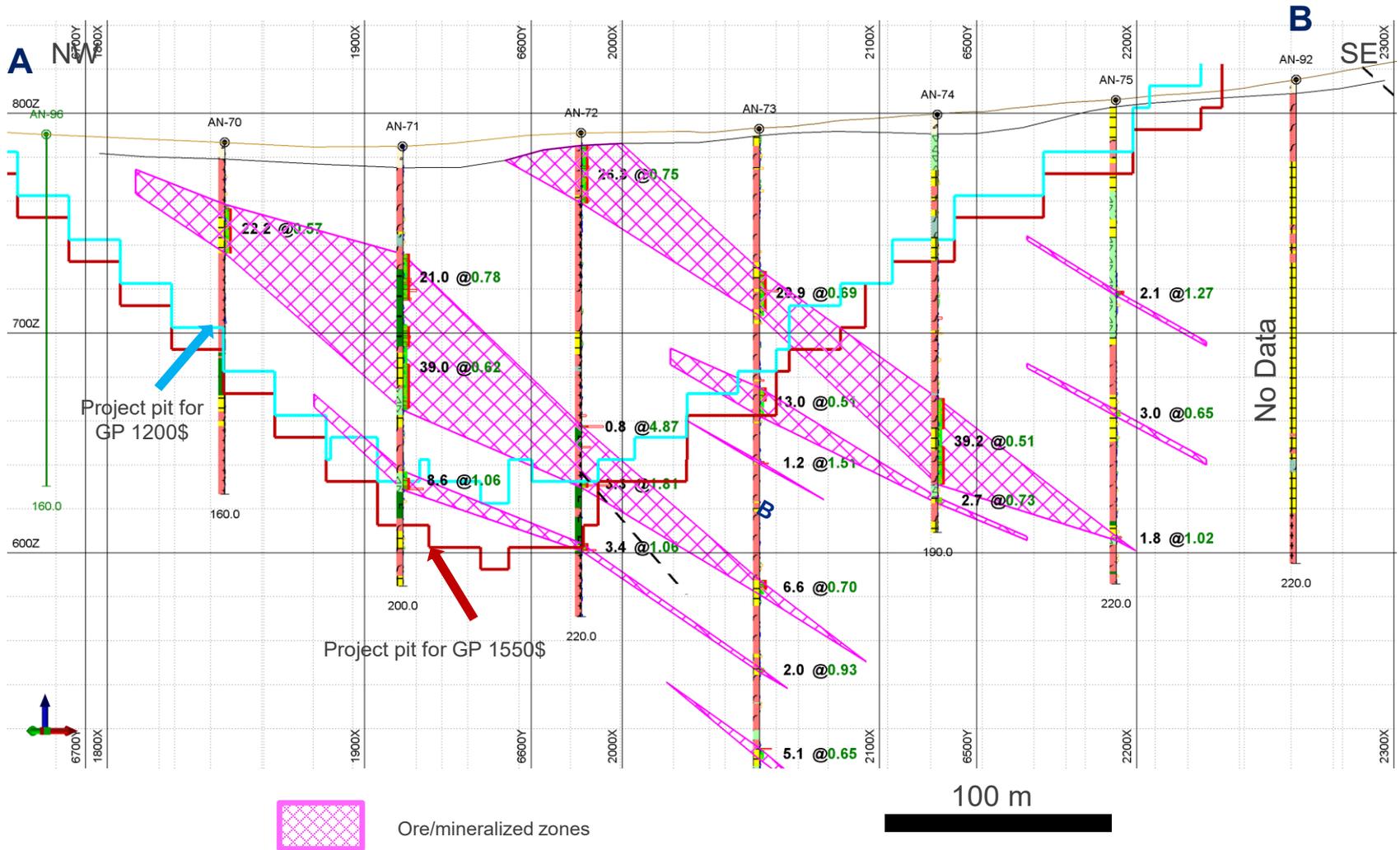
Токкинский проект. Месторождение Токкинское (Аномалия-13).

Результаты ГРП 2019г.



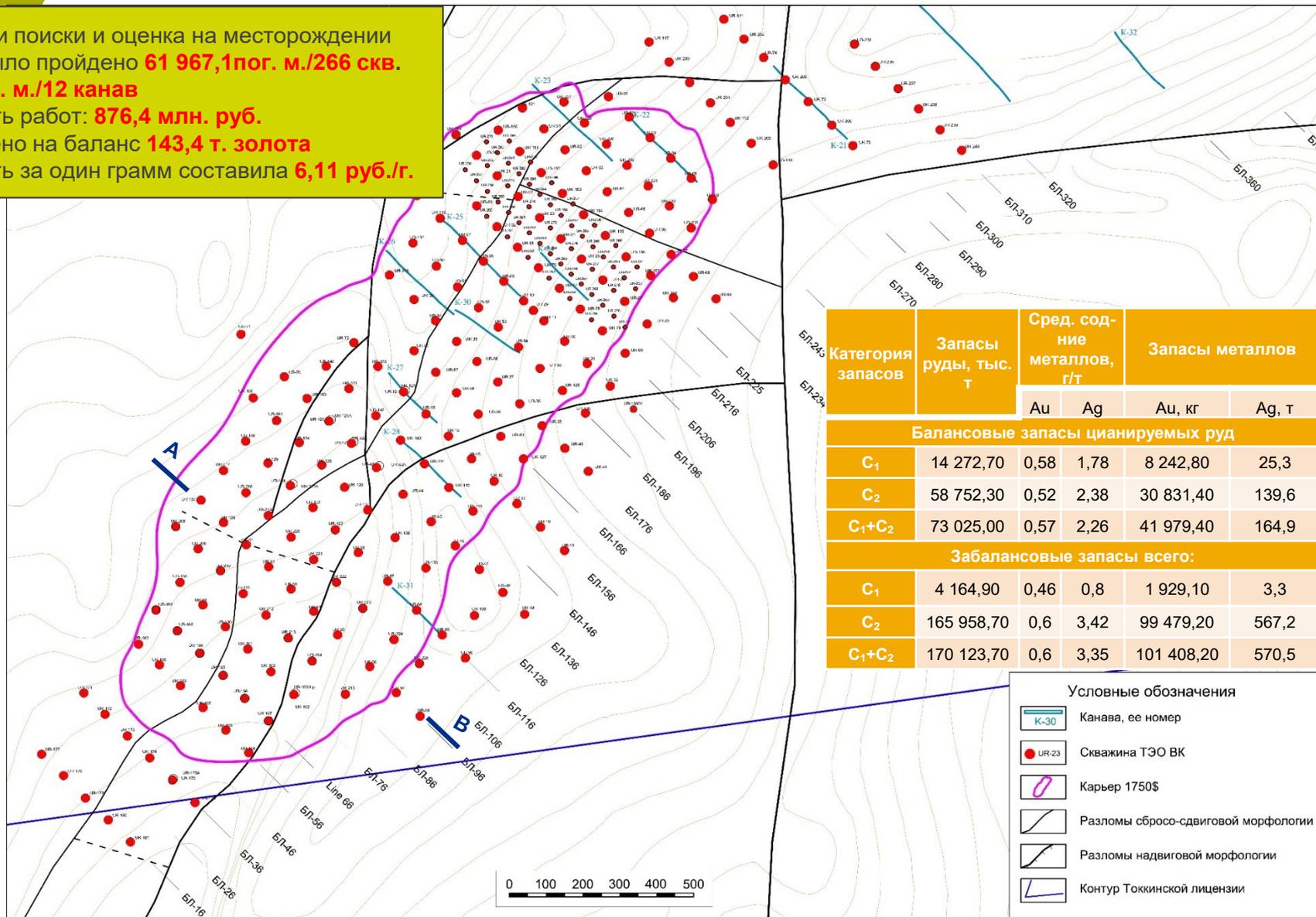
Категория запасов	Запасы руды, тыс. т.	Средн. сод.-ие, г/т		Запасы металла	
		Au	Ag	Au, кг	Ag, т
Балансовые запасы					
C1	11 057	1,28	0,43	14 172,78	4,76
C2	10 627	0,93	0,72	9 889,30	7,63
C1+C2	21 684	1,11	0,57	24 062,08	12,39
Забалансовые запасы					
C1	1 340	0,88	0,22	1 180,30	0,29
C2	17 869	0,78	1,26	13 877,14	22,5
C1+C2	19 209	0,78	1,19	15 057,44	22,79

Tokkinsky Project – Anomaly-13. Drilling line 12.5 (Section C)



Токкинский проект. Участок Роман. Результаты ГРП 2020г.

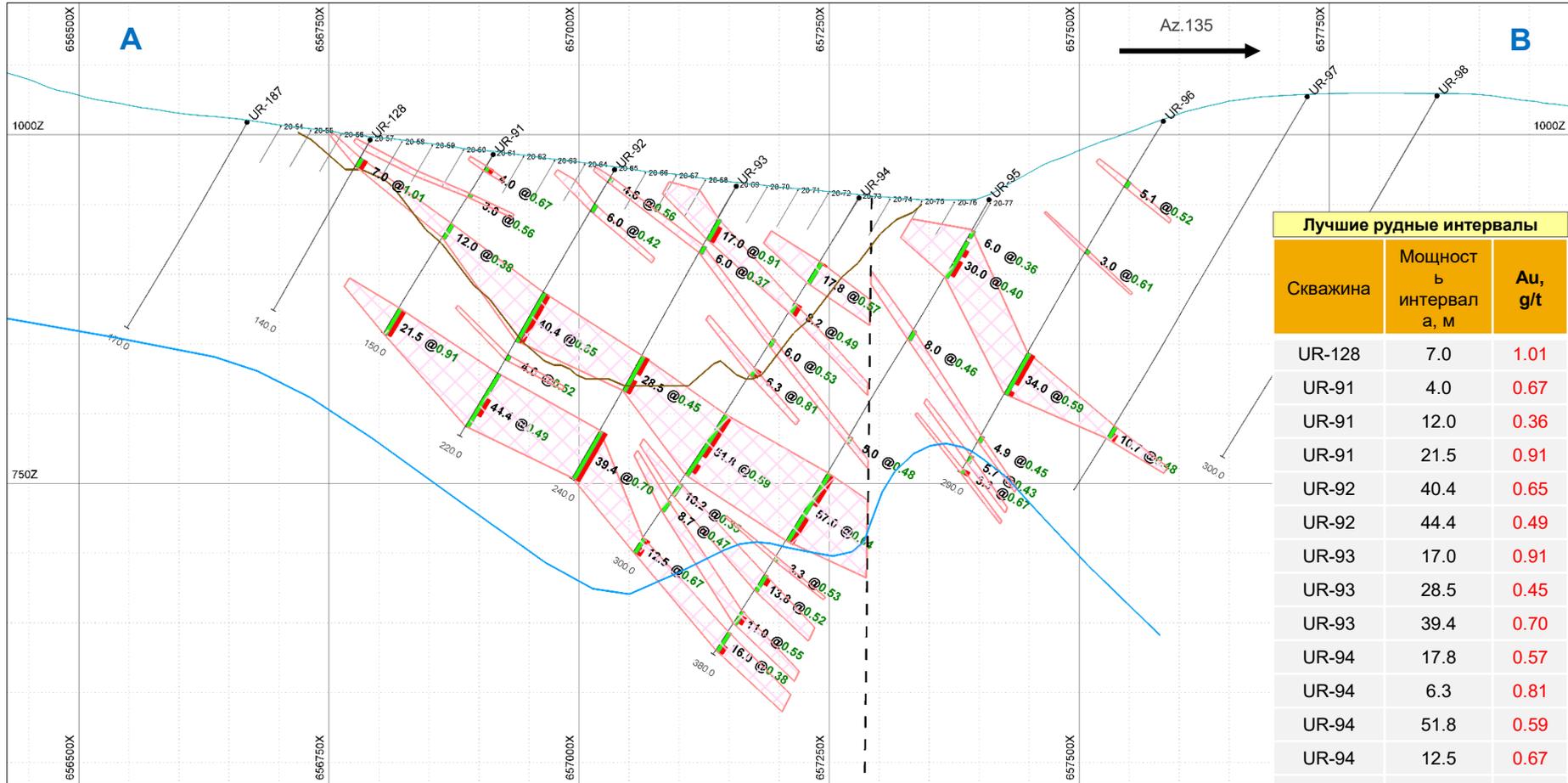
На стадии поиски и оценка на месторождении Роман было пройдено **61 967,1 пог. м./266 скв.**
3 146 пог. м./12 канав
 Стоимость работ: **876,4 млн. руб.**
 Поставлено на баланс **143,4 т. золота**
 Стоимость за один грамм составила **6,11 руб./г.**



Категория запасов	Запасы руды, тыс. т	Сред. содержание металлов, г/т		Запасы металлов	
		Au	Ag	Au, кг	Ag, т
Балансовые запасы цианируемых руд					
C ₁	14 272,70	0,58	1,78	8 242,80	25,3
C ₂	58 752,30	0,52	2,38	30 831,40	139,6
C₁+C₂	73 025,00	0,57	2,26	41 979,40	164,9
Забалансовые запасы всего:					
C ₁	4 164,90	0,46	0,8	1 929,10	3,3
C ₂	165 958,70	0,6	3,42	99 479,20	567,2
C₁+C₂	170 123,70	0,6	3,35	101 408,20	570,5

- Условные обозначения
- Канавы, ее номер
 - Скважина ТЭО ВК
 - Карьер 1750\$
 - Разломы сбросо-сдвиговой морфологии
 - Разломы надвиговой морфологии
 - Контур Токкинской лицензии

Разрез по буровой линии 96 (А-В) на участке «Роман» 2020г.



Лучшие рудные интервалы		
Скважина	Мощность интервала, м	Au, g/t
UR-128	7.0	1.01
UR-91	4.0	0.67
UR-91	12.0	0.36
UR-91	21.5	0.91
UR-92	40.4	0.65
UR-92	44.4	0.49
UR-93	17.0	0.91
UR-93	28.5	0.45
UR-93	39.4	0.70
UR-94	17.8	0.57
UR-94	6.3	0.81
UR-94	51.8	0.59
UR-94	12.5	0.67
UR-95	30.0	0.40
UR-95	57.0	0.64
UR-95	13.8	0.52
UR-95	11.0	0.55
UR-96	34.0	0.59
UR-96	3.3	0.67
UR-97	10.7	0.48



Рудные тела

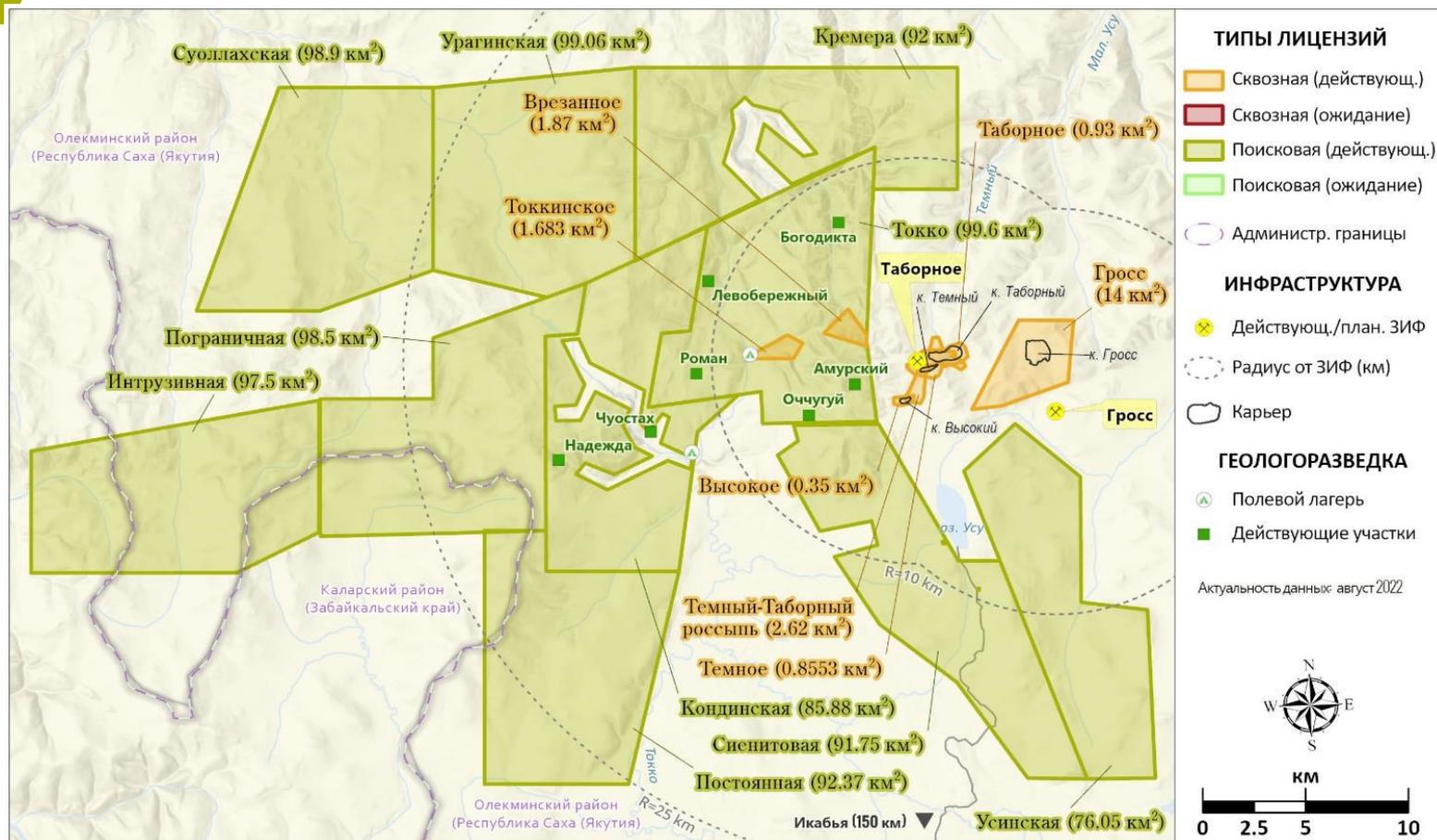


Граница окисленных руд

71.0@1.14

Рудные интервалы по борту 0,3 г/т, слева – мощность, справа – средн. содержание золота

Токкинский кластер 2022г. Обзорная схема



Изложенная программа геологоразведочных работ была реализована на Токкинской лицензии с 2016 по 2020 года. В дальнейшем в Токкинском кластере последовательно были получены 10 поисковых лицензий, на которых сейчас идут поисковые работы.

За время работ открыты месторождения, на которых составлены ТЭО и защищены запасы:

Врезанное – 4 млн. т. руды @ 0,61 г/т @ 2,5 т. золота

Токкинское – 41 млн. т руды @ 0,98 г/т @ 39 т. золота

Роман – 243 млн. т. руды @ 0,59 г/т @ 143 т. золота

Общая стоимость прироста запасов, составила 7,6 руб./грамм.

Краткие выводы по результатам работ

- Компании Нордголд, в одном рудном узле, удалось дважды реализовать поисковые программы и открыть несколько месторождений золота с общими запасами более 350 тонн металла.
- В 2014 г. было защищено ТЭО ПК и запасы месторождения Гросс, в количестве 171 т. золота. В 2022 г. на экспертизе в ГКЗ находится ТЭО ПК по месторождениям Токкинское и Врезанное и ТЭО ВК по участку Роман с суммарными запасами около 180 т. золота.
- Хочется отметить, что возможности найти крупные рудные объекты в нашей стране, еще остаются. Пусть не бросающийся в глаза кварцево-жильный тип, а что-то менее заметное, в виде подобия порфирировых объектов (Чульбуткан, Болотистый и др.), окисленных минерализованных зон (объекты Токкинской площади и Гросс). Главное понимать, почему это не было найдено ранее. Геологи работающие до нас были квалифицированные и относились к своей работе ответственно.
- Вопрос: что им помешало и какие новые возможности есть у нас, чего не было у них-?
- Прежде всего изменилась экономика и появились новые, более дешевые способы переработки руды. С применение метода кучного выщелачивания промышленные содержания золота сильно снизились. Это хорошо видно на примере наших объектов. Т.е. то что раньше не могло являться рудой априори, сейчас ей стало. Необходима планомерная ревизия старых отчетов, с обращением внимания на пробы с низким содержанием ПИ.
- Следующим важным фактором является новая аналитика. Повсеместное применение пробирного анализа и мультиэлементных анализов ICP-AES или ICP-MS вместо золотоспектрометрии и ПКСА. Доступная цена на эти анализы позволяет отбирать больше проб при керновом и бороздовом опробовании, а более точные определения полезных элементов получать лучшие результаты, что важно на стадии поисков.
- Так же следует уделять внимание не традиционным типам оруденения для конкретных территорий. Искать не то, что искали здесь ранее, а смотреть какие генетические типы могут быть на каждой территории.
- Часть областей, в связи с развитием инфраструктуры, стали доступней и появился шанс проводить более масштабные работы, без излишних затрат на мобилизацию.