

**Министерство образования и науки РФ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИРКУТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра технологии геологической разведки**

**МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОИСКОВ И ТИПИЗАЦИИ
ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ АПРЕЛКОВСКОЙ
РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ**

Выполнила студент группы ГИС – 08

В.П. Кучинская

Руководитель

доцент А.В. Паршин (ИГХ СО РАН)

Иркутск 2013

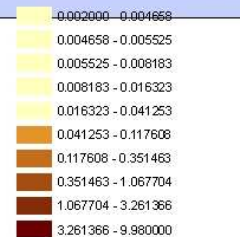
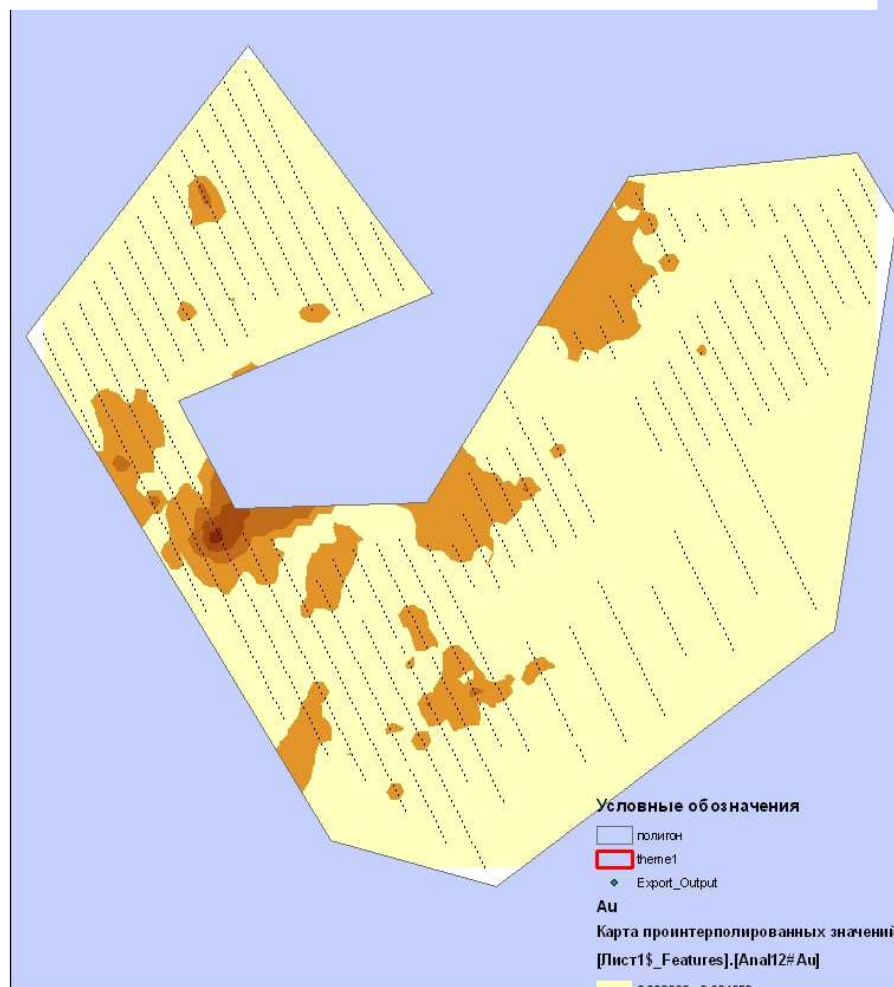
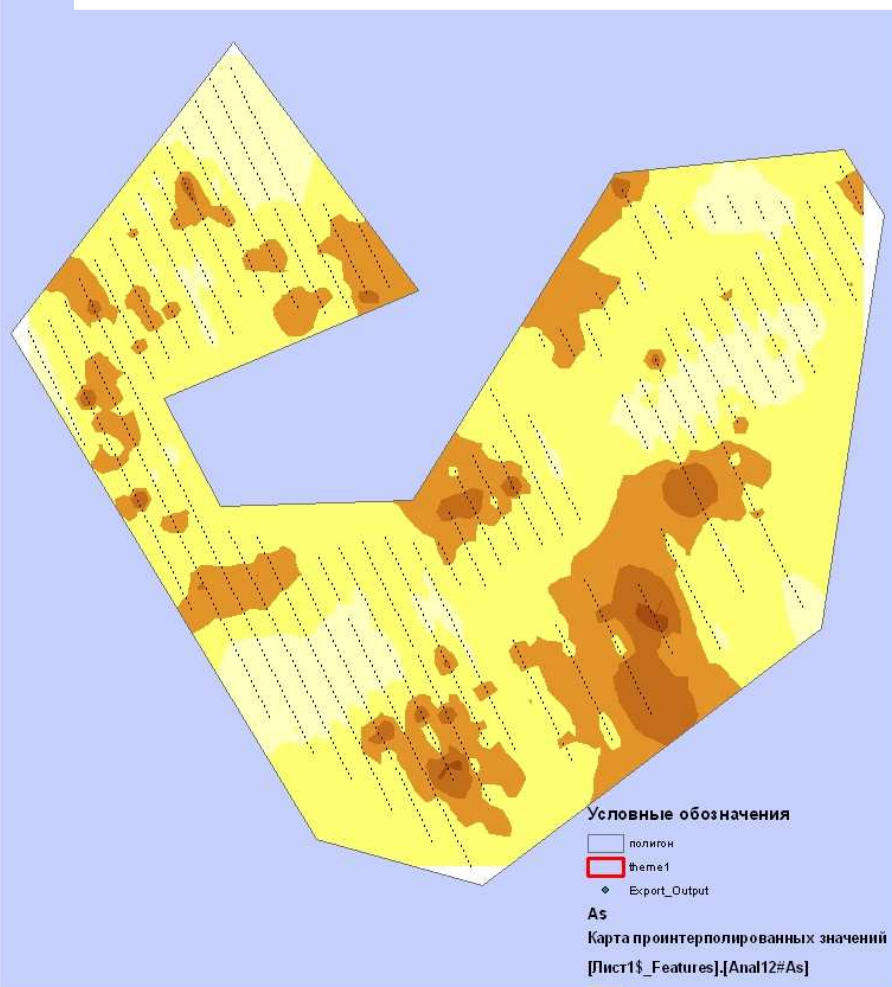
Введение

Комплексное геолого-геохимическое исследования в настоящее время невозможны без использования современных информационных технологий.

Наиболее распространённым представлением геолого-геохимических данных являются монополя.

Обработкой и визуализацией данных занимается непосредственно пользователь информационной системы.

О необходимости разработки новых видов представлений геохимической обстановки



Послойная организация проекта

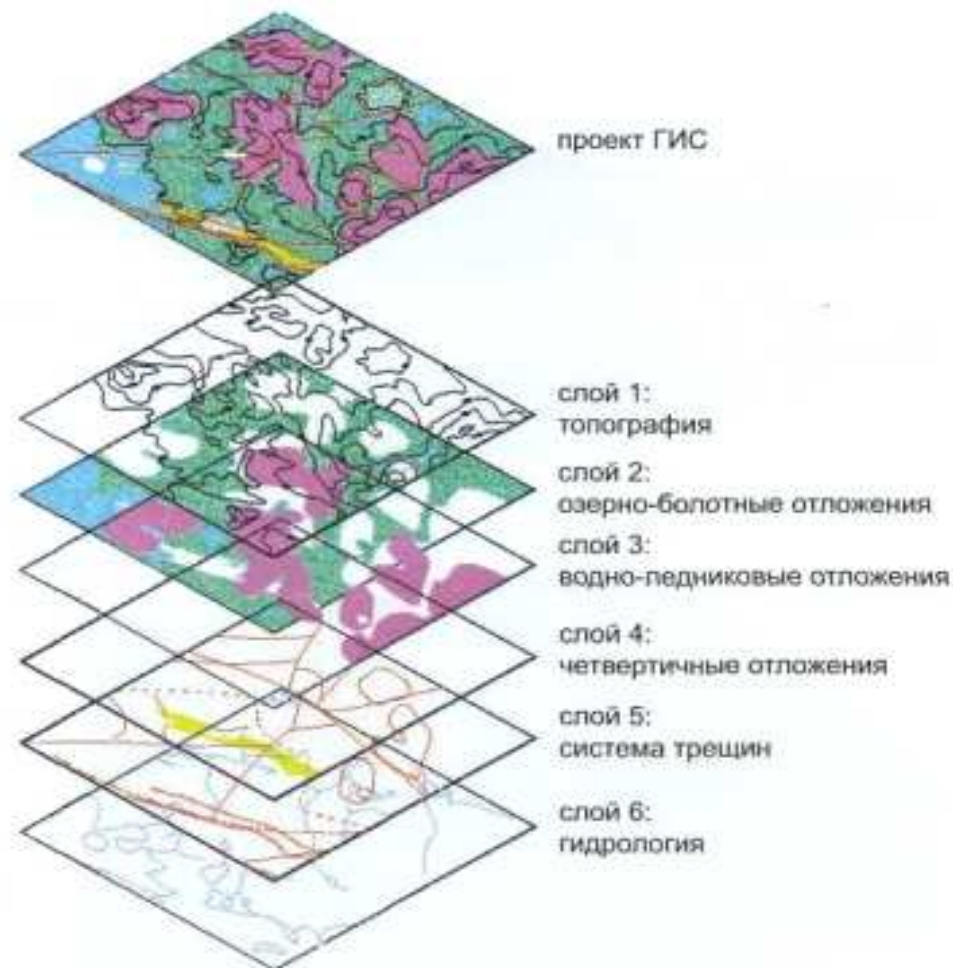


Рис. 2. Структура слоев проекта геологического мониторинга в ГИС

Проблемы:

- Пользователь должен быть экспертом в предметной области.
- Пользователь должен обладать ГИС-квалификацией.
- Несогласованность представлений на основе автоматических легенд.
- Послойность при большом количестве слоев затрудняет визуальный анализ.

Цель работы: определить пространственные границы золоторудных объектов, выделить типы оруденения.

Задачи:

- создать систему согласованного хранения;
- уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации (уменьшить количество слоёв ГИС);

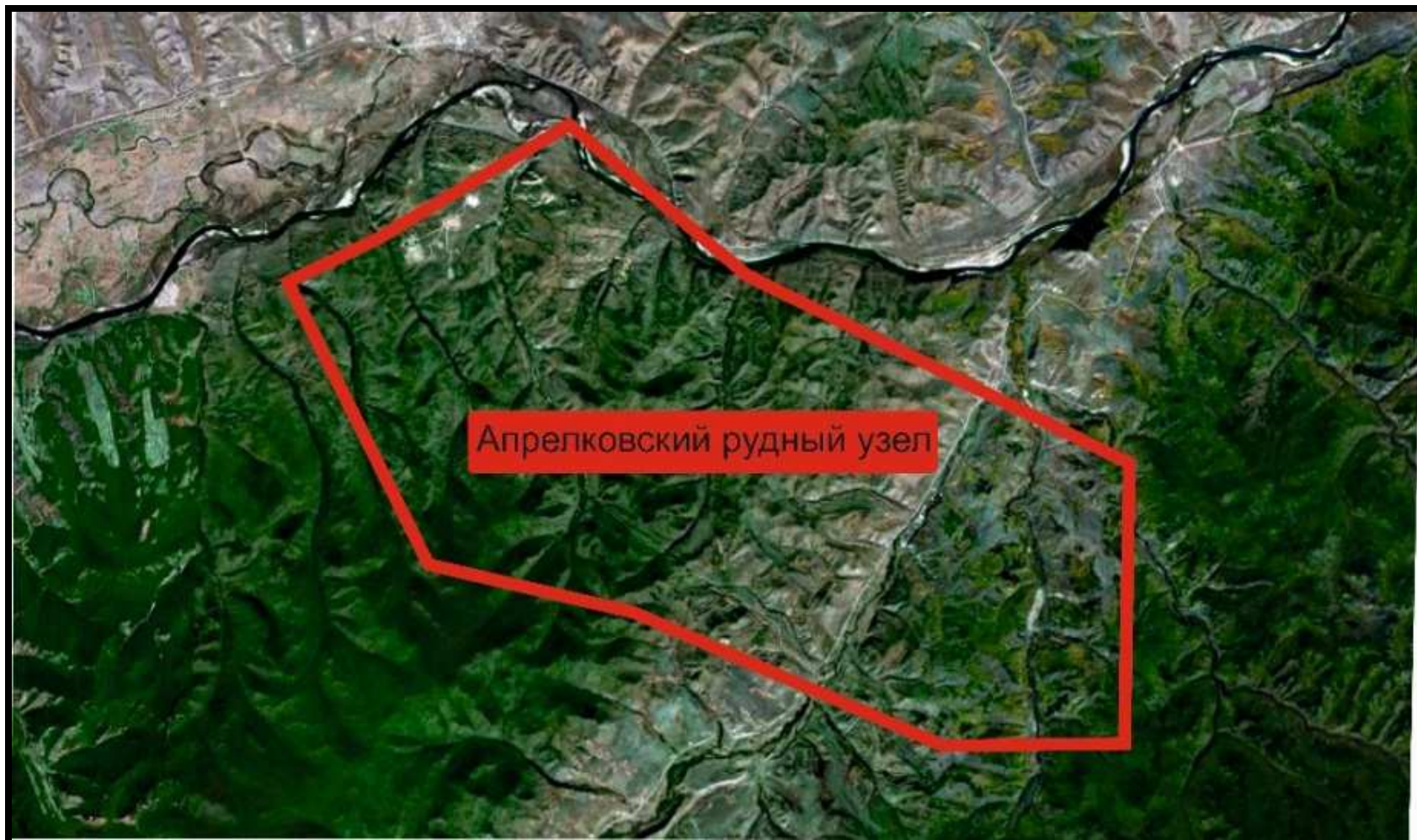
Этап 1

Разработка и создание геоинформационного средства для организации всего имеющегося набора геолого-геохимических данных в единую систему сбора, обработки, анализа и представления.

Задачи:

- анализ исходной геолого-геохимической информации;

Участок работ



- Априлковский рудный узел представляет собой район, перспективный на обнаружение золоторудных месторождений.
- Благоприятные горно-геологические, горнотехнические и гидрогеологические условия разработки определяют его рентабельное промышленное освоение. В настоящее время ведется разработка ряда месторождений, значительный интерес представляют еще не разведанные запасы.

Исходные данные



Логическая модель

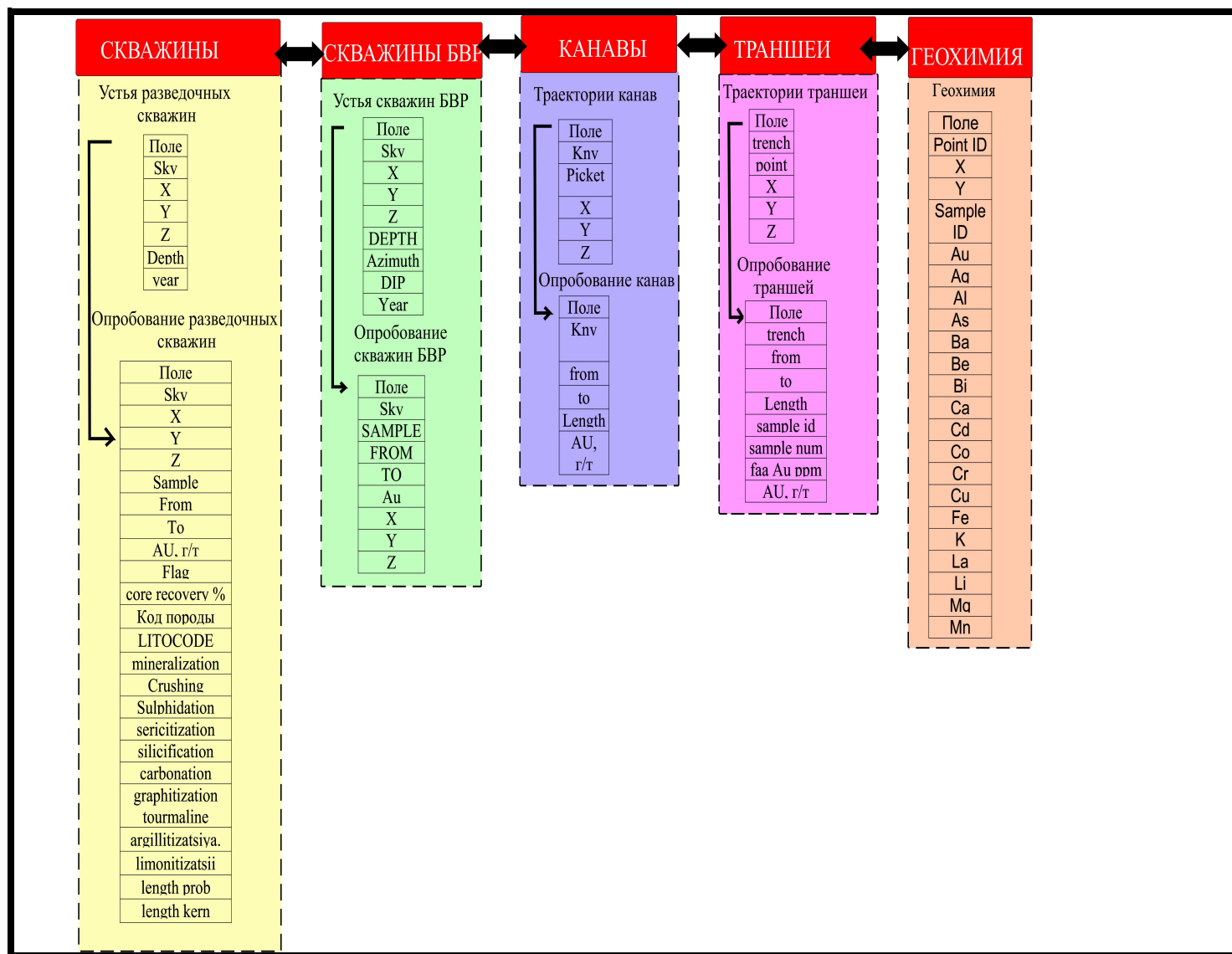
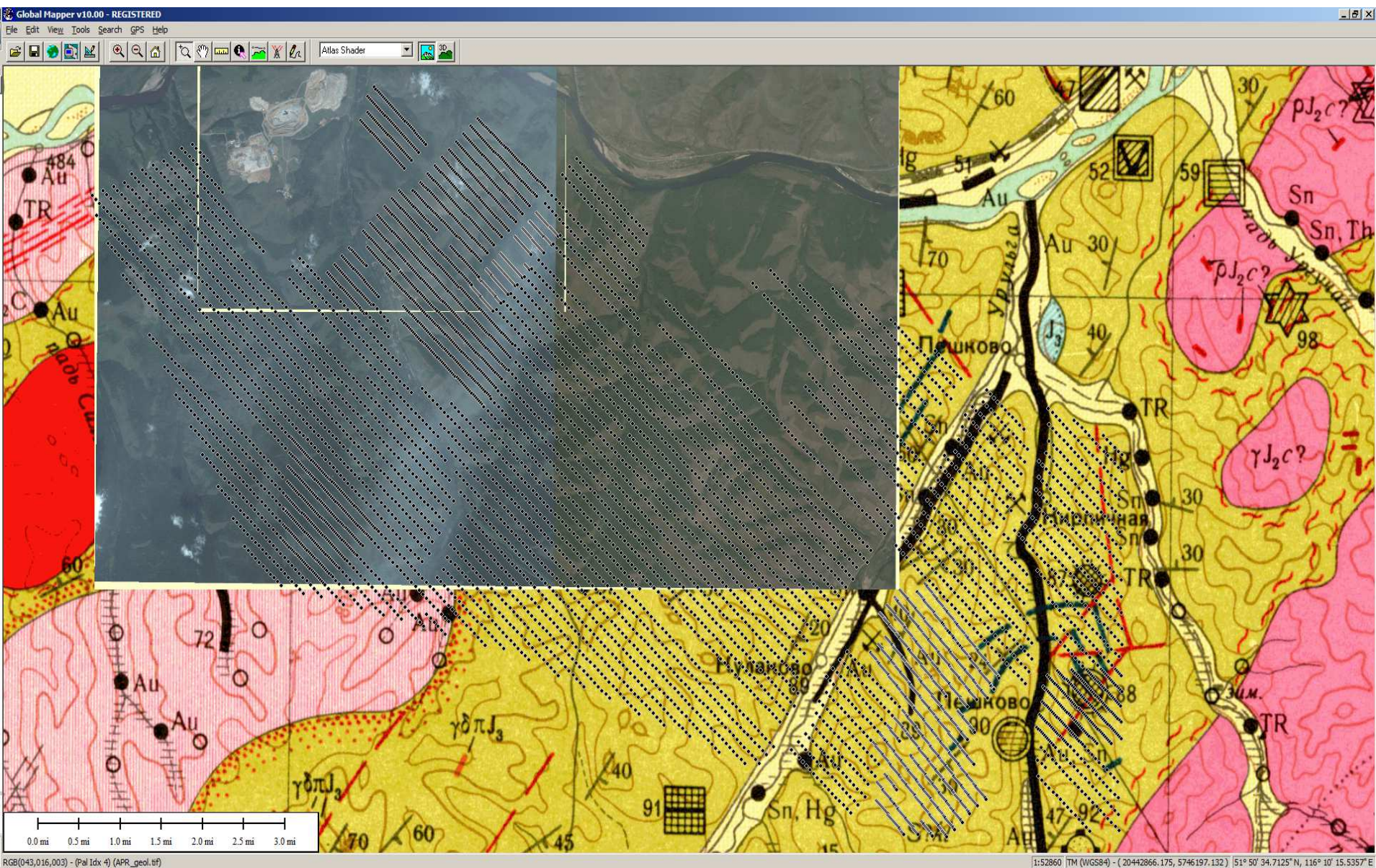


Схема фактов



Комплексный математический анализ методом главных компонент

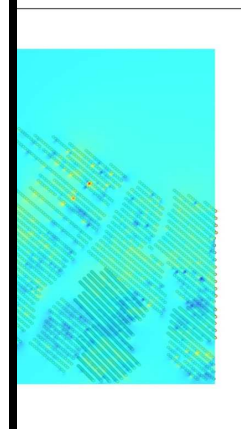
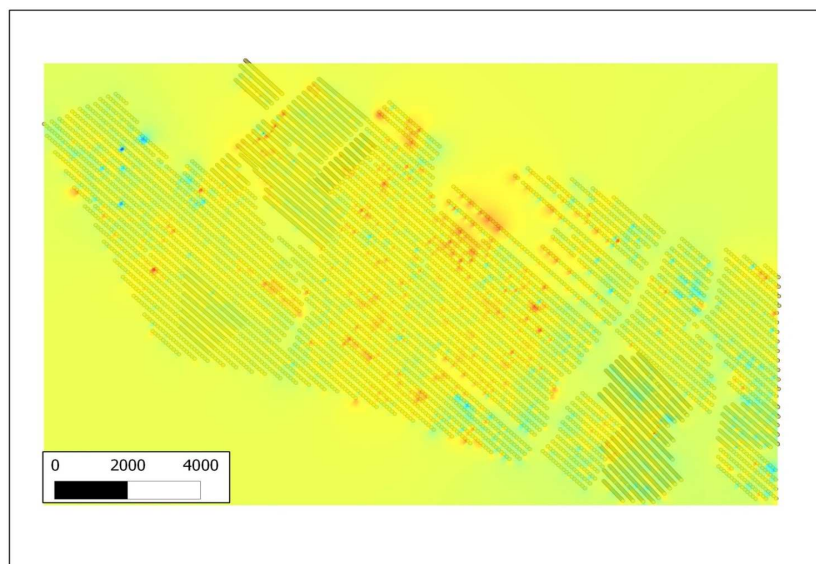
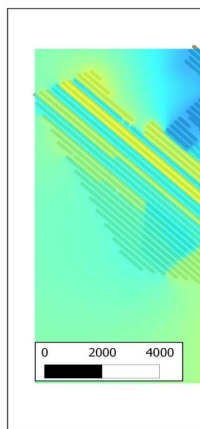
Результаты расчета классических главных компонент по полю геохимии площади.

Признак	Собственные векторы (нагрузки на соответствующие стандартизованные признаки), соответствующие собственным значениям									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au	0	-0.01	0	-0.01	0	-0.01	-0.01	0	-0.03	83.71
Ag	-1.76	-0.53	-1.08	-1.2	2.7	5.76	21.33	0.85	-0.43	0.83
Al	-0.15	-3.48	15.02	5.35	-0.05	-8.37	-2.11	2.31	0.08	0.12
As	0.04	0.73	-0.21	7.18	34.82	-0.46	-0.38	0	-2.35	0.02
Ba	0.09	2.39	2.33	19.82	-6.16	0.96	5.1	-0.2	-1.2	0
Be	1.4	7.87	8.64	-5.33	0.59	-0.95	0.01	0.11	0	0.19
Bi	0.01	0	-0.02	0.72	1.22	-0.01	0.29	5.93	54.81	2.05
Ca	-4.51	-4.73	-0.33	-0.23	0.26	1.55	14.42	0.21	-0.76	0.12
Cd	0.01	0.6	0.01	0.55	17.24	-2.69	1.75	8.34	-0.81	-6.26
Co	-10.8	1.57	-0.38	0.03	-0.49	-0.93	-0.89	0.3	-0.02	0
Cr	-0.56	3.48	-7.31	-0.17	-1.54	-31.26	1.4	0.11	-0.59	0.13
Cu	-3.86	3.46	-1.01	1.88	0.48	0.15	-1.39	-0.08	6.46	0.03
Fe	-10.7	0.12	1.58	0.03	0.07	0.02	-0.91	-0.07	0.26	-0.01
K	4.85	8.88	1.49	0	0.01	-0.06	0	0.19	-0.01	0.02
La	3.02	4.47	9.9	-1.68	0.13	-0.77	0	-0.1	-0.35	0.09
Li	-1.56	4.09	-0.32	1.5	-0.23	3.76	-3.01	0.86	0.52	0
Mg	-7.76	-0.17	-1.11	-0.27	-0.04	-2.02	3.02	1.67	-2.01	0.06
Mn	-4.91	0.26	0.11	0.31	-0.07	0	-1.8	-0.35	0.72	-0.03
Mo	0.57	2.4	-0.62	-0.47	1.36	-6.12	0.35	-3.5	7.51	-0.01
Na	0	-9.45	7.84	2.88	-1.11	-4.91	0.18	1.26	-0.1	0.08
Ni	-4.46	2.82	-4.57	0	-2.15	-15.81	0.05	1.51	-1.46	0.14
P	-0.04	-1.4	1.27	0.24	0.04	-6.19	1.54	-18.41	2.11	-0.45
Pb	0.58	3.1	0.72	1.56	1.03	-0.01	11.82	8.46	4.11	-0.03
S	-0.02	0.21	-0.14	1.99	0	-0.34	15.19	-32.86	2.16	-0.02
Sb	-0.01	0.17	-0.27	7.23	16.94	0	-2.18	-4.33	-7.28	4.28
Sc	-10.85	0.93	0.47	0	-0.02	0.25	-0.63	-0.01	0.02	0
Sn	-2.6	0.14	6.25	-6.43	3.62	0.25	1.61	-0.3	0.05	-0.03
Sr	0.02	-18.91	2.33	2.85	0.05	-3	0.12	0.32	0.08	0.03
Ti	-7.66	0	6.52	-3.59	0.33	0.02	0.05	-0.24	-0.03	0
V	-10.84	0.06	0.74	0.03	0.14	0.52	-0.33	-0.06	0.14	-0.03
W	-0.8	0.04	-0.03	4.51	0.05	0.54	-3.48	-4.83	1.03	-0.7
Y	-2.3	1.73	13.78	-5.22	0.16	-0.15	0.06	-1.13	-0.2	0.22
Zn	-2.19	2.45	2.21	14.39	-1.8	1.61	2	1.08	-0.34	-0.06
Zr	1.08	9.35	1.39	2.34	-5.1	0.56	2.59	0.02	-1.99	0.26

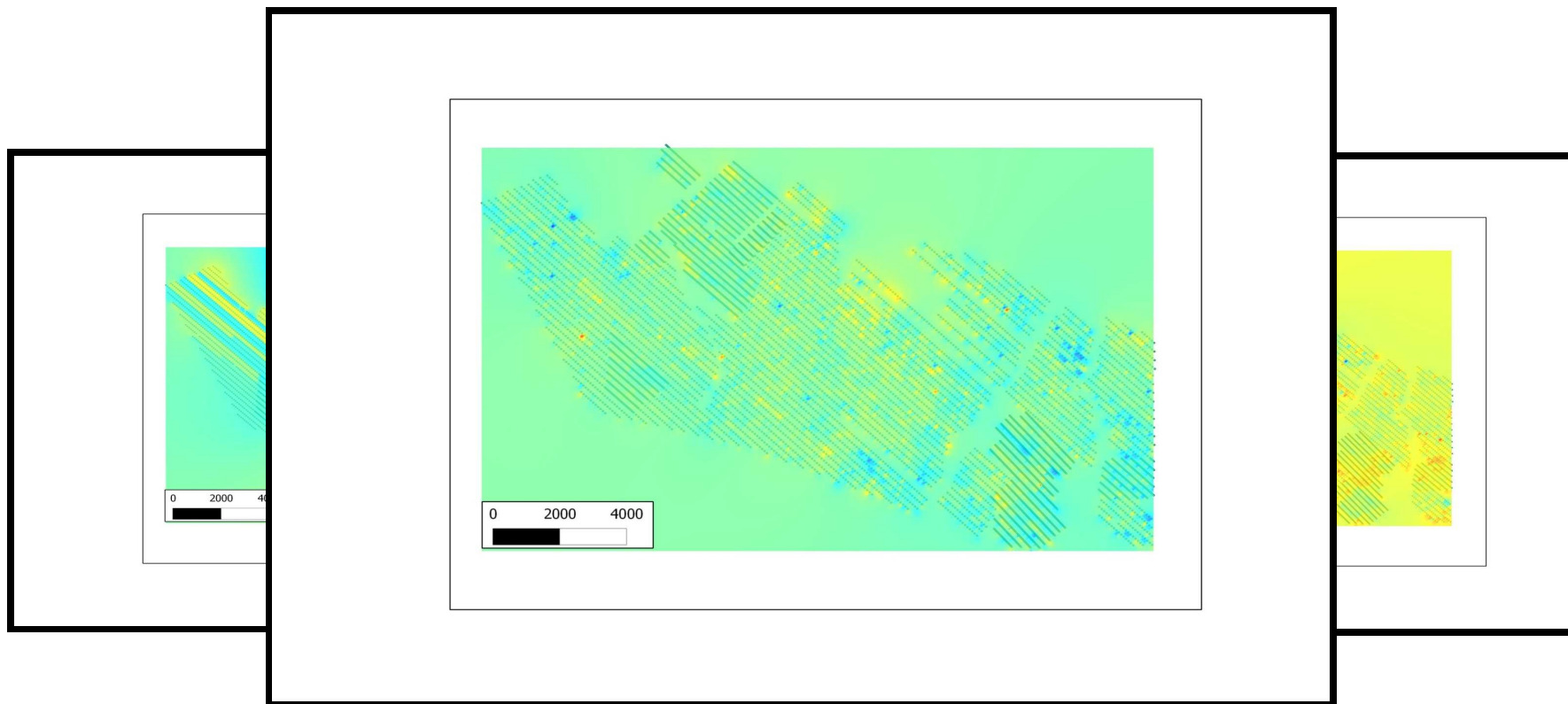
Результаты расчета робастных главных компонент

Признак	Собственные векторы (нагрузки на соответствующие стандартизованные признаки), соответствующие собственным значениям									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Au	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ag	0.83	0.03	-0.44	0.05	0.85	-0.25	1.36	0.05	-21.35	-2.06
Al	0.6	6.97	20.04	0.56	0.85	29.58	-0.53	-0.23	0.1	-0.57
As	-0.01	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03	0.28	-0.24	0.33	-0.04	8.43
Ba	-0.05	-1.12	10.57	-26.44	-0.22	-6.93	-5.92	0.29	-0.02	-1.61
Be	-3.11	-6.47	8.13	12.82	0.49	0.42	-2.08	-4.65	-12.31	2.74
Bi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	5.66	2.01	0.1	0	4.91	-3.41	1.01	4.69	-20.68	0.03
Cd	0	0	0	0.01	0	0	-0.01	0	0	0
Co	9.33	-2.93	-0.06	0	0.09	1.24	-0.03	-0.25	0.85	-1.01
Cr	0	-1.92	-2.84	0.12	52.41	0.04	-16.63	0.84	3.05	-0.06
Cu	2.97	-3.59	-0.73	-0.81	0.15	4.77	0.85	-2.06	-0.02	30.26
Fe	10.1	-0.41	0.65	0.17	-1.61	1.91	-0.22	0	0	-0.57
K	-8.47	-6.26	2.62	0.14	0.18	5.09	0.16	-9.6	-2.3	-5.52
La	-3.76	-2.85	10.48	6.48	-2.23	-0.12	-2.74	13.2	5.73	-4.16
Li	0.84	-2.94	-0.04	-1.46	-1.38	13.87	0.04	0.1	-0.05	-0.03
Mg	7.45	-0.03	0	0.14	1.73	-0.04	0.02	-0.06	-0.28	-11.86
Mn	4.74	-0.16	0.48	-0.01	-0.4	2.49	-0.23	2.34	1.45	1.99
Mo	-0.82	-0.53	-0.44	0.45	4.96	-0.06	-5.79	-0.04	-0.58	6.88
Na	0.09	12.23	11.52	-0.55	8.81	-4.01	6.18	-24.86	10.74	0.49
Ni	2.06	-2.46	-0.37	-0.02	4.59	0.49	-0.55	-0.01	2.09	-4.82
P	0.07	0.14	0.18	0.07	-0.04	-0.01	-0.13	0.01	0	-0.04
Pb	-0.71	-1.3	1.16	-0.03	0.09	0.46	0	0.31	-2.01	-0.15
S	0.04	-0.08	0.01	-1.28	0.14	-0.01	0.01	4.33	0.26	-0.13
Sb	0	0	-0.05	-0.14	-0.06	0.07	-0.08	0.01	0	0.21
Sc	11.36	-2.82	0.11	0.2	0	0.2	0.33	-0.8	0.22	0.04
Sn	0.42	-0.14	0.33	1.56	-0.01	-2.5	0.15	-2.35	-4.82	-0.08
Sr	0.23	26.48	4.02	-0.04	0.94	3.33	-1.92	11.51	-3.58	1.74
Ti	7.01	-0.56	2.27	4.72	0.24	-4.48	1.64	0	-0.03	-1.45
V	11.79	-0.68	0.08	0.09	-0.3	0.17	0.12	-0.12	0	-0.62
W	0.78	-0.05	-0.03	-1.27	-0.97	0.05	0	0.25	1.41	1.12
Y	2.17	-2.59	9.82	12.56	-0.23	-11.03	0.01	3.33	2.8	9.68
Zn	2.13	-1.78	6.43	-18.45	-1.39	-2.12	-15.34	-3.17	-3.23	1.12
Zr	-2.39	-10.43	5.99	-9.34	9.7	0.57	35.69	10.23	-0.01	14.53

Пространственное выражение результатов расчета классических главных компонент

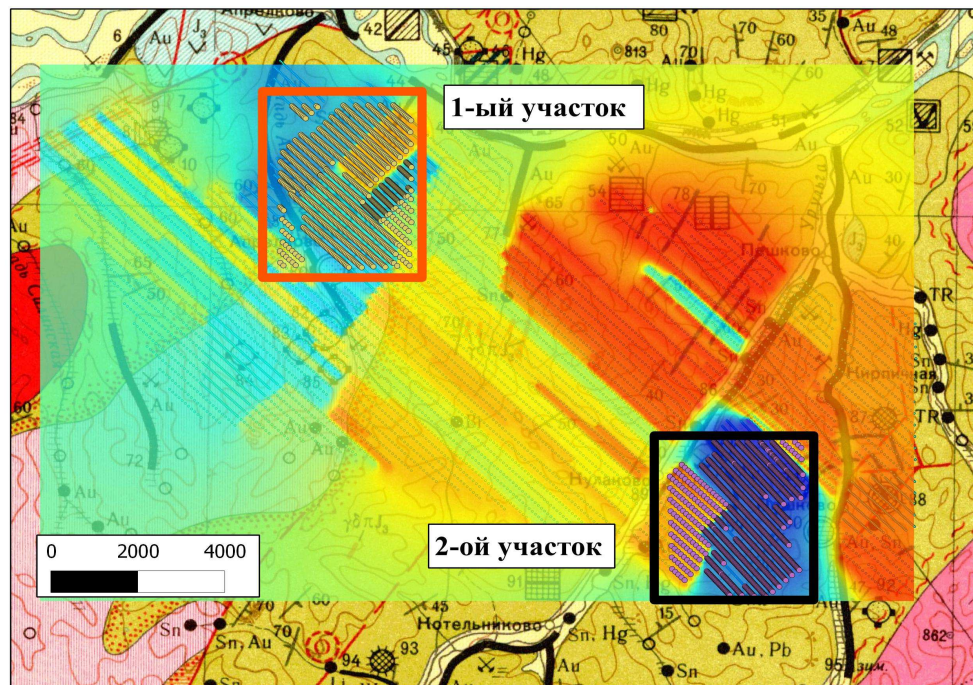


Пространственное выражение результатов расчета робастных главных компонент



Выделение двух участков Апрелковско-Пешковского рудного

узла



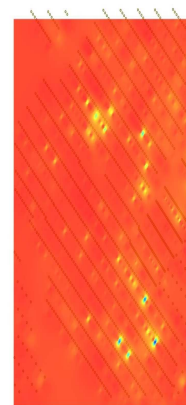
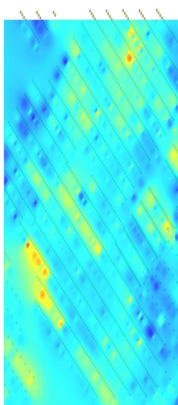
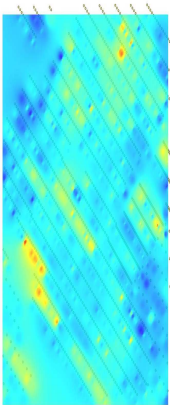
- Результаты расчета робастных главных компонент для 1-ого участка
Апрелковско-Пешковского рудного узла.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Au_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
Al_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
As_ppm	-0.51	1.86	0.02	-97.29	0.00	0.00	-0.17	-0.01	-0.02	0.01
Ba_ppm	-1.34	86.69	7.22	1.95	0.12	-1.69	0.47	-0.11	-0.29	0.10
Be_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
Bi_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Cd_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co_ppm	0.00	0.00	0.02	0.00	-0.02	0.18	0.06	-0.67	-0.03	0.00
Cr_ppm	-0.18	0.06	-0.02	0.00	-96.59	-0.06	0.28	0.94	-0.85	0.00
Cu_ppm	-0.03	0.00	0.01	-0.15	0.05	0.75	55.32	3.14	11.89	-28.10
Fe_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.00
K_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
La_ppm	-0.02	0.00	0.01	0.00	-0.05	-0.38	-0.02	-0.96	0.45	-0.19
Li_ppm	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.02	-6.61	1.53	-0.45
Mg_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn_ppm	24.96	-3.37	69.22	-0.25	-0.13	-1.79	-0.01	0.11	0.12	-0.01
Mo_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.08	0.03	0.02	0.10
Na_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Ni_ppm	-0.04	0.00	0.02	0.00	-1.12	0.26	0.16	-5.74	-0.27	-0.54
P_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb_ppm	-0.01	0.01	0.03	0.01	-0.13	0.43	-0.31	-1.10	0.01	-0.34
S_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb_ppm	0.00	0.00	0.00	-0.11	-0.04	0.00	0.04	0.02	0.06	-0.11
Sc_ppm	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.28	0.16	-0.43	-0.25	0.01
Sn_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	-0.02	0.00
Sr_ppm	72.56	6.05	-20.70	-0.12	-0.10	0.05	0.01	-0.27	0.00	-0.09
Ti_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V_ppm	0.12	-0.13	1.09	-0.01	0.09	27.83	17.27	-16.94	-27.43	3.91
W_ppm	0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.19	0.73	7.51	0.00	31.76	58.72
Y_ppm	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.06	0.01	0.04	-0.03	0.14
Zn_ppm	0.04	1.80	1.41	0.07	-0.09	65.08	-12.72	11.29	4.72	-1.58
Zr_ppm	-0.18	0.02	0.15	0.02	-1.24	0.37	-5.35	-51.55	20.22	5.59

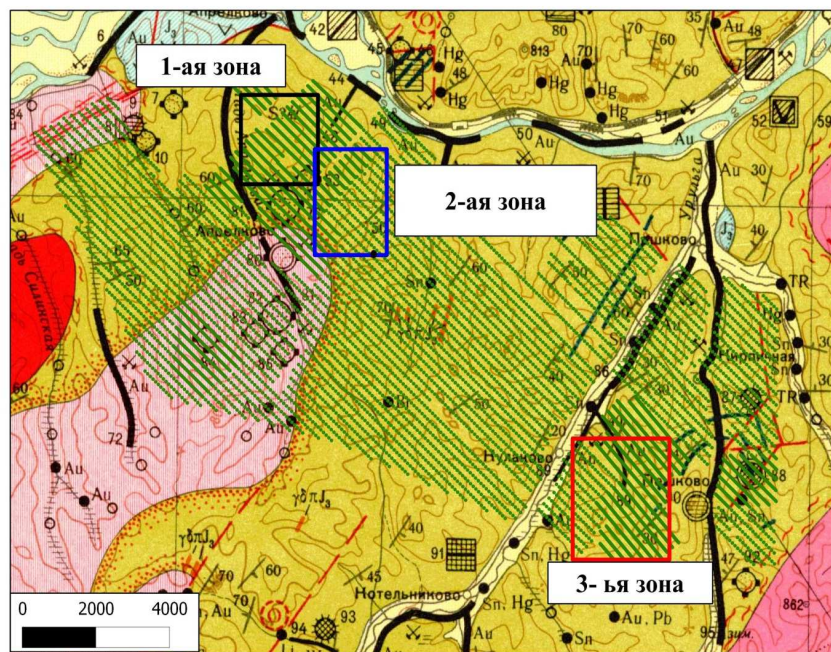
Результаты расчета робастных главных компонент для 2-ого участка
Апрелковско-Пешковского рудного узла.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
Au_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
As_ppm	-0.01	0.00	33.35	-63.14	3.21	0.00	0.00	0.11	-0.11	-0.01
Ba_ppm	98.78	-0.04	0.15	0.13	0.43	0.21	0.02	0.17	-0.02	-0.01
Be_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
Bi_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
Cd_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Co_ppm	0.00	0.04	0.01	0.00	-0.27	0.73	0.06	0.00	0.01	-0.65
Cr_ppm	-0.01	0.16	1.67	0.37	-3.28	0.03	86.95	0.11	-1.42	2.52
Cu_ppm	-0.01	0.21	0.76	0.03	-1.85	3.45	0.04	-8.19	0.97	-8.79
Fe_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	-0.01
K_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
La_ppm	0.00	-0.02	-0.05	-0.01	0.41	-0.35	0.01	-0.05	0.26	-0.22
Li_ppm	0.00	0.05	0.02	0.00	-0.30	0.32	0.00	-0.14	0.01	-52.82
Mg_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn_ppm	0.02	96.77	0.01	0.21	1.89	-0.99	-0.06	0.00	-0.01	0.03
Mo_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00
Na_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni_ppm	0.00	0.10	0.11	0.09	-0.36	0.43	5.03	-0.07	0.05	-27.53
P_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb_ppm	0.00	0.00	0.02	0.00	0.22	-0.01	0.06	-1.76	0.07	-0.61
S_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb_ppm	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	-0.05	0.18	2.64	4.16	0.13
Sc_ppm	0.00	0.03	0.00	-0.02	-0.36	0.64	0.00	-0.01	0.04	-0.01
Sn_ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr_ppm	0.25	0.08	-62.81	-32.16	0.30	-0.08	2.96	-0.38	0.18	-0.13
Ti_pct	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V_ppm	0.00	1.97	-0.07	-1.24	-17.65	68.03	-1.63	0.00	-0.01	3.31
W_ppm	0.00	0.04	0.08	-0.01	-0.58	-0.01	0.40	17.85	73.84	-0.01
Y_ppm	0.00	0.00	-0.03	-0.05	-0.01	0.02	0.00	-0.17	0.17	-0.04
Zn_ppm	0.78	0.44	0.23	-2.48	-68.19	-24.52	-2.23	-0.58	-0.09	0.05
Zr_ppm	0.15	-0.02	0.54	0.04	0.65	-0.07	0.38	-67.74	18.56	3.11

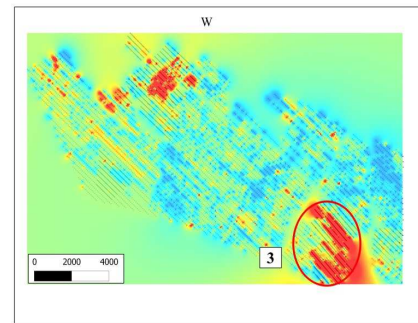
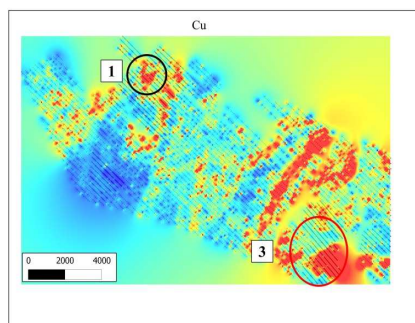
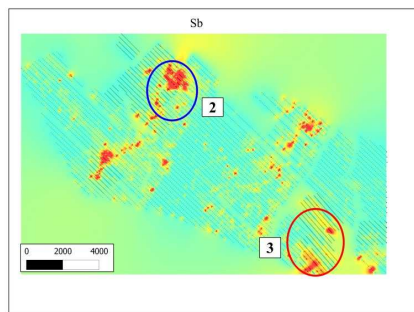
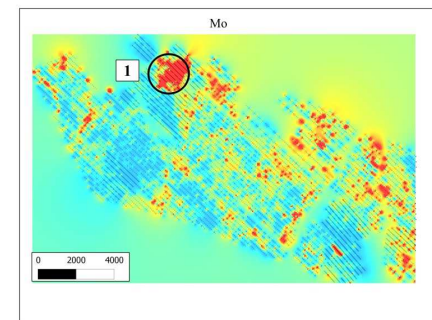
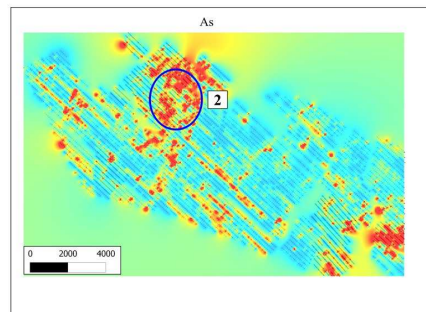
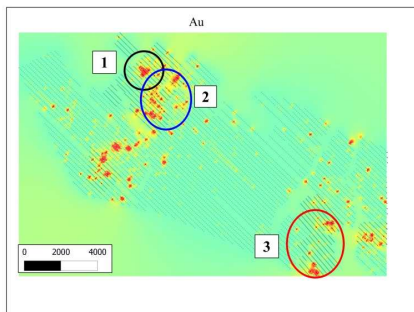
Пространственное выражение результатов расчета робастных главных компонент участка 1.



Тип месторождения ассоциация	Ассоциация
Порфировый	Mo-Cu-Au (+As)
Мезотермальный/Орогенный	As-Sb-Au
Приуроченный к гранитоидной интрузии	W- Cu - Au (+As)



Визуальное выделение геохимических ассоциаций



Заключение

- Результаты работы позволили более четко выделить границы минерализованных зон.
- На площади существует, по крайней мере, три, а, возможно, и четыре металлогенических ассоциации, указывающих на разные типы золотых месторождений и механизмов их формирования.
- Теоретическое значение работы заключается в возможности вплотную подойти к созданию математико-картографического обеспечения, позволяющего решать три вида задач: поиск объектов заданного генезиса, обнаружение и типизация золоторудных объектов в условиях неопределенности, исследование природы формирования известных месторождений и рудопроявлений.

Спасибо за внимание!