Петрографические исследования показали, что с повышением давления до 700 атмосфер содержания полевого шпата и сапонита уменьшаются при параллельном росте количества амфибола. При давлении в системе 900 атмосфер щелочной полевой шпат не образуется. Образцы состоят преимущественно из амфибола, небольшого количества сапонита, а также хлоритоподобного минерала в качестве новой фазы. Дальнейшее возрастание давления до 1000 атмосфер способствует увеличению количества амфибола и хлоритоподобной фазы, что подтверждается также рентгенографическим анализом.

В иммерсионных препаратах гидрослюда характеризуется пластинчатыми кристаллами бледно-зеленоватого цвета с двупреломлением $Ng'-Np'=0{,}016$. Амфибол кристаллизуется в виде слабозеленоватых, плеохроичных тонковолокнистых кристаллов. Сапонит под микроскопом бесцветный, чешуйчатый, иногда наблюдается в виде агрегатов с высокими интерференционными окрасками и с $N_{cp}=1{,}560\pm0{,}002$.

Термографические кривые образцов приведены на рисунке 2. Эндоэффекты с максимумом при 200—220°С и 600°С на кривой «а» связаны с дегидратацией сапонита, а при 850°С—с разрушением кристаллической решетки минерала. Эндотермические эффекты с максимумами при 200° и 450°С обусловлены удалением воды из анальцима. Кривая «б» отличается более глубокими пиками сапонита, свидетельствующими о большом его содержании. Кривая дифференциально-термического анализа продуктов, образовавшихся при 400°С (кривая «в»), содержит эндотермические эффекты, характерные для гидрослюды. Первая эндотермическая реакция с максимумом при 190°С соответствует потере межслоевой воды. Второй эндоэффект с максимумом при 600°С характеризует потерю ОН воды решетки и частичное изменение структуры. Эндотермический эффект с максимумом при 900°С соответствует полному разрушению кристаллической решетки минерала. Некоторый подъем кривой вслед за третьей эндотермической реакцией свидетельствует о начале процесса перекристаллизации аморфных продуктов разрушения гидрослюды. Кривая «г», наряду с увеличением пиков гидрослюды, характеризуется также эндотермическими пиками с максимумами при 150°С, 600°С и 800°С, обусловленными дегидратацией хлорита, и одним экзотермическим эффектом при 820°С, связанным с кристаллизацией аморфных продуктов, образовавшихся при разрушении структуры минерала после полной его дегидратации при 800°С.

Таким образом, исследованиями выявлено, что основной минеральной фазой гидротермального изменения перлита в условиях 250°С в широком диапазоне давлений (40—1000 атмосфер) является щелочной полевой шпат. В небольшом количестве, наряду с полевым шпатом, образуются цеолиты—клиноптилолит и морденит, а также кварц. Повышение давления при указанной температуре способствует интенсификации процесса образования полевого шпата за счет вулканического стекла.

В системе перлит—MgO, т. е. при гидротермальном изменении стекловатых пород с привносом окиси магния при 250°С, наряду с фельдшпатизацией происходит процесс монтмориллонитизации (образование сапонита). При повышении температуры в этой системе до 400°С фельдшпатизация уступает место образованию гидрослюд, а минерал группы монтмориллонита замещается магнезиальным амфиболом.

НПО «Камень и силикаты»

Поступила 7.X.1987

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. В. Наседкин.* Петрогенезис кислых вулканитов. М.: Наука, 1975.
2. *В. И. Михеев.* Рентгенометрический определитель минералов. М., 1957.
3. *Б. Брек.* Цеолитовые молекулярные сита. Изд. Мир, М., 1976.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 3, 62—66, 1988.

УДК 550.8.012

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. О. ГАЗАРЯН, С. Н. ГИНЗБУРГ, З. М. МАРЬЯХИН, В. М. ЭППЕЛЬБАУМ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ РАЗВЕДКИ

Сквозной общенаучный характер задачи получения и оценки информации усиливает интерес к ней тех отраслей, которые непосредственно связаны с получением и переработкой информации; в полной мере такой интерес свойственен геологоразведочной отрасли. Объективные научные методы оценивания информации, получаемой в результате ретрогноза применяемой системы разведки, позволяют строить научно обоснованные прогностические модели геологоразведочного производства. Этот процесс базируется в первую очередь на эффективном внедрении в геологоразведоч-

ную отрасль математических методов (теория вероятностей, математическая статистика, распознавание образов, теория принятия решений, теория возможностей и др.) и протекает по следующим основным направлениям.

— алгоритмизация и автоматизация на основе ЭВМ процесса обработки геологической информации;

— Комплексная интерпретация информации, даваемой геологоразведочными методами, с целью построения модели изучаемого объекта;

— моделирование геологоразведочного процесса.

Если в первых двух областях достигнуты весомые результаты, то в моделировании геологоразведочного процесса, представляющем сложную исследовательскую проблему, затрудняемую как многостадийностью геологоразведки, так и разнообразием изучаемых геологических объектов, результаты пока значительно менее обнадеживающие.

Одним из основных направлений в этой области, сквозным для всех стадий, является моделирование систем разведки с целью выбора оптимальной системы (оптимальный шаг сети, оптимальная геометрия сети и др) и выбор оптимального (рационального) комплекса геологоразведочных средств для реализации системы разведки.

Решение задачи оптимизации требует обработки колоссальных потоков информации, превышающей возможности человека, и это диктует необходимость формализованного описания проблемы оптимизации для создания человеко-машинных систем. Будем называть геологоразведочным комплексом совокупность и последовательность применения во времени и пространстве геологоразведочных средств (горных, буровых, геофизических и др.) и методов, направленных на достижение целей разведки.

Пусть S_l ($l=\overline{1, L}$)—l-ый геологоразведочный комплекс, x_{lk}—k-ое геологоразведочное средство в l-м комплексе ($l=\overline{1, L}$; $k=\overline{1, K}$).

Реализацию системы разведки будем теперь описывать следующими параметрами:

— себестоимостью C,

— временем реализации T,

— информационной возможностью I.

Себестоимость C_l и время реализации T_l—l-ого геологоразведочного комплекса легко определяются по имеющимся нормативам для стоимости C_{lk} и времени реализации t_{lk} средства x_{lk} путем их объединения. Определение информационной возможности l-ого геологоразведочного комплекса—сложная исследовательская проблема, требующая специальных разработок

Основной продукт всей геологоразведочной отрасли—информация, и с этой главенствующей позиции значение информационного критерия для оценивания реализации систем разведки является фундаментальным

С методологической точки зрения информацию принято рассматривать на 3 уровнях: синтаксическом, семантическом и прагматическом

Иерархическая структура информации представлена на рис. 1.

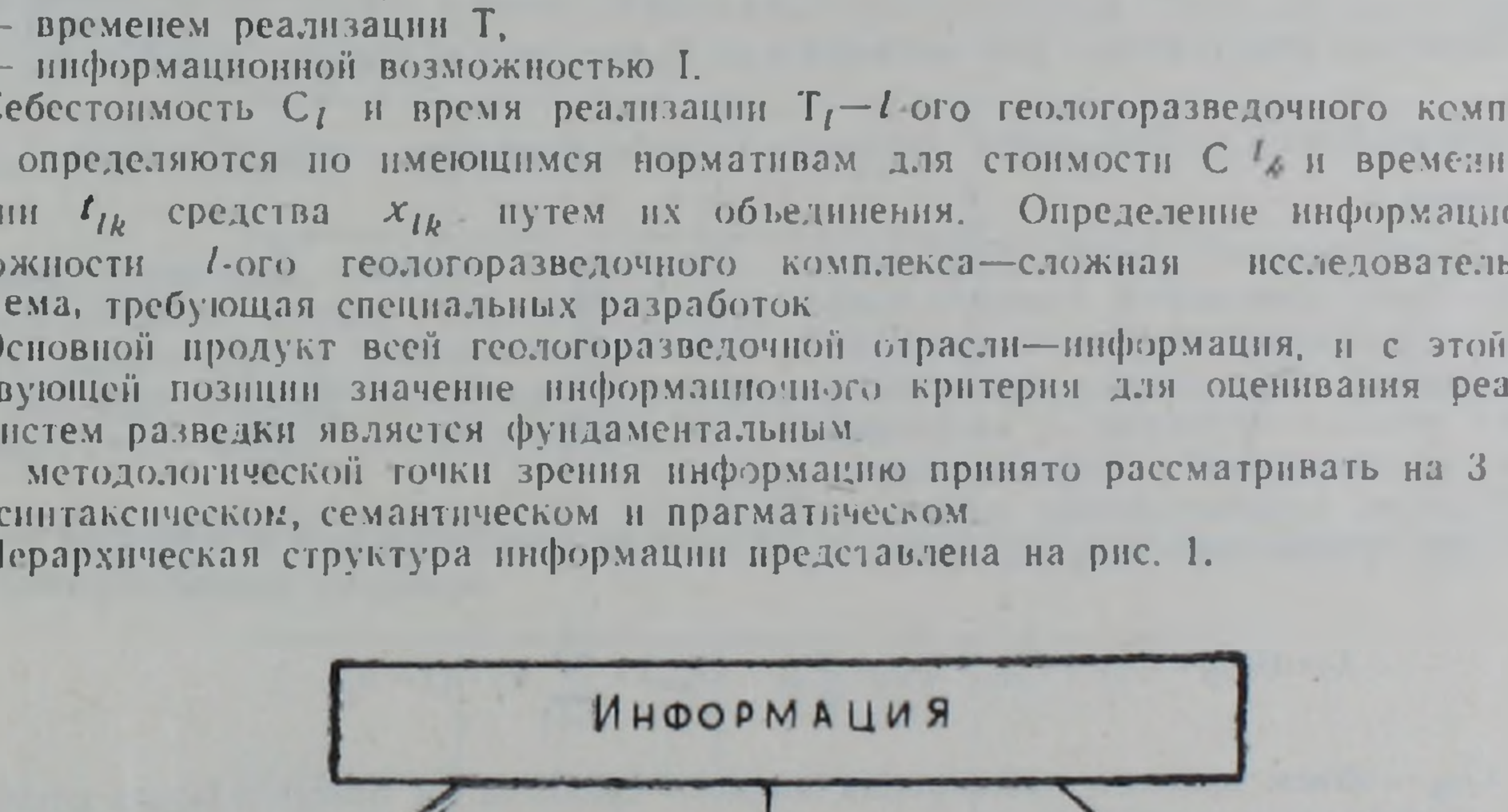

Рис. 1. Иерархическая структура информации.

Для каждого уровня информации разработаны свои теории, однако к настоящему времени только синтаксический уровень (классическая теория информации Шеннона) можно считать разработанным полностью. Что же касается семантических и прагматических аспектов информации, то попытки их интерпретации не вылились до сих пор в стройную теорию.

Применительно к геологоразведочной информации будем рассматривать информационную возможность комплексов I (или информацию I, даваемую комплексом S) в двух направлениях—количество информации I_q и качество информации I_v, получаемой комплексом S.

Количество информации I_q соответствует синтаксическому уровню, качество информации—семантическому и прагматическому уровням. Под качеством информации будем понимать достоверность информации и ценность информации для потребителя.

Разнообразие геологоразведочных средств и принципиальное отличие их действий значительно осложняют введение единого метода оценки информации, получаемой средством.

Принцип предлагаемого подхода к оценке информационных возможностей геологоразведочных средств заключается в сравнении информации, даваемой каждым средством, с теми требованиями, которые предъявляются к месторождениям промышленностью. Инструкции с этими требованиями разработаны для всех типов месторождений и содержат набор признаков, информация о которых должна быть представлена как для месторождений, сдаваемых в эксплуатацию, так и конкретно для каждой стадии разведки. При таком подходе удается определять оценки информативности средств, с одной стороны, сквозные для всех стадий разведки, с другой—независимые от принадлежности средства к той или иной разновидности.

Подобный подход позволяет ориентироваться при расчетах эффективности на конечный продукт и тем самым расширяет рамки отраслевого эффекта от выбора оптимального геологоразведочного комплекса, приближает его к народнохозяйственному эффекту.

Приведенные информационные критерии средств разведки определим следующим образом. Достоверность информации, получаемой средством, выразим как:

$D=1-A$, где: $A=\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n}$ —средняя ошибка средства; α_i—относительная ошибка определения данным средством i-ого признака, требуемого инструкцией; n—число инструктивных признаков, информация о которых дается данным средством.

Ценность информации для потребителя будем рассматривать как $V=\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n}$, где: v_i—приоритетный коэффициент (ценность) i-ого признака, определяемого данным средством.

Количественная оценка информации, полученной данным средством, очевидно, может быть определена относительным показателем n/N, где: n—количество признаков, определяемых данным средством, N—общее количество инструктивных признаков. Однако такая оценка была бы некорректной, поскольку каждое средство определяет разные признаки с неодинаковой достоверностью и, кроме того, признаки имеют неодинаковую информационную ценность.

Поэтому количественная оценка информации для каждого средства может определяться следующим образом:

$$I_ч=(P_{пр}\cdot Q_{пр}+P_{ин}\cdot Q_{ин}+P_{эк}\cdot Q_{эк})\cdot\sum_{i=1}^{n} v_i\cdot(1-\alpha_i)$$

где: $Q_{пр}$—объем прямого наблюдения данного средства (в относительных единицах);
$Q_{ин}$—интерполяционный объем;
$Q_{эк}$—экстраполяционный объем;
$P_{пр}$, $P_{ин}$, $P_{эк}$—степень доверия соответственно к прямому наблюдению, интерполяции и экстраполяции.

Выражение в скобках вносит коррекцию на объем исследований данного средства. Такая оценка количества информации, получаемой средством, содержит качественные характеристики и может быть названа информативностью геологоразведочного средства. Информативность средства, следовательно тем больше, чем больше признаков определяет данное средство, чем оно надежнее (достовернее) и чем выше ценность каждого признака, определяемого средством. Информативность в вышеприведенном толковании представляет практически свернутый информационный критерий геологоразведочного средства. Использование независимых информационных показателей требует свертывания для оценки комплексного критерия методами теории принятия решений, которое проводится последовательным применением операций нормализации, введения приоритета, свертки.

Информационные возможности I геологоразведочных комплексов определяются объединением соответствующих информационных оценок средств. По известным параметрам комплексов С, Т, I методами теории принятия решений (многокритериальная оптимизация) производится выбор оптимальной реализации системы разведки.

Влияние таких показателей, как сложность объекта разведки, изменчивость параметров оруденения и др. на достоверность геологоразведочной информации может учитываться двумя способами:—включением в разведочные комплексы дополнительных средств для увеличения достоверности информации; формированием разведочных комплексов из наиболее достоверных геологоразведочных средств.

Развернутый пример построения информационного критерия и выбора рационального геологоразведочного комплекса выходит за рамки данной статьи. Однако для

иллюстрации приведем фрагмент расчетов, демонстрирующий возможности многокритериальной оптимизации. При разведке глубоких горизонтов одного из полиметаллических месторождений южного склона Большого Кавказа в проекте рассматривалось 4 возможных варианта:

I колонковое бурение—2 скважины глубиной 600 *м*;
II колонковое направленное бурение—2 скважины по 600 *м*;
III колонковое направленное бурение с геофизическим исследованием скважин (методы ПС, КС, ГК);
IV колонковое направленное бурение с геофизическим исследованием скважин и радиоволновым межскважинным просвечиванием (с учетом углубления скважин для размещения антенны под РВП—200 *м*).

Варианты характеризуются следующими значениями критериев:

Варианты	С (в *тыс. руб.*)	Т(в бригадо-сменах)	I_q	D
I	32	412	1	1
II	38	451	1	1.5
III	41	471	1	2
IV	53	553	1.5	4

Себестоимость реализации вариантов вычислена в *тыс. руб.*, время реализации — в бригадо-сменах, количественная оценка информативности и достоверности—для простоты в относительных единицах—по отношению к принятым за 1 информативности и достоверности I варианта.

Какой вариант предпочтительнее? На этот вопрос отвечает многокритериальная оптимизация.

Преобразуем I_q и D в единый информационный критерий. Тогда исходная матрица примет вид:

	C	T	I
I	32	412	1
II	38	451	1.5
III	41	471	2
IX	53	553	6

Для перехода к безразмерным величинам нормализуем значения критериев. Нормализованная матрица:

	C	T	I
I	0	0	0
II	0,286	0,206	0,1
III	0,428	0,418	0,2
IV	1	1	1

Введем приоритетные (весовые) коэффициенты для критериев:

$$v_C = \frac{1}{4}; \quad v_T = \frac{1}{4}; \quad v_I = \frac{1}{2}.$$

Первые два критерия (С, Т) минимизируются, I—максимизируется.

По критерию свертки—критерию суммарной эффективности (КСЭ) (min) получаем:

I КСЭ=0; II КСЭ=0,073; III КСЭ=0,1115; IV КСЭ=0

Таким образом, начиная с двукратного приоритета информационного критерия I над С, Т самый дорогой, но и наиболее информативный IV вариант сравнивается по эффективности с самым дешевым, но и наименее информативным I вариантом и в дальнейшем оказывается предпочтительнее его; как раз этот IV вариант и был реализован при разведке.

Таким образом, предлагаемая методология оценки информационных возможностей систем разведки содержит следующие основные принципы:

— введение информационных параметров в качестве критериев выбора оптимальной реализации системы разведки;

— сквозной подход к оценке геологоразведочной информации путем сравнения с требованиями инструкций;

— применение общенаучного подхода к рассмотрению информации введением иерархической 3-уровневой структуры;

— многокритериальная оценка эффективности геологоразведочных средств и комплексов;

— построение свернутых оценок методами теории принятия решений.

ИГИС АН АрмССР,
ЦНИГРИ

Поступила 27.XI.1985.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 3, 66—68, 1988

УДК 550.315.26

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. С. ГАСПАРЯН, С. Р. ОГАНЕСЯН, А. О. СИМОНЯН, Х. Д. ТОНЧЯН

АНОМАЛИИ СОЛНЕЧНО-СУТОЧНЫХ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГЕГАМСКОМ ПОЛИГОНЕ

Целью настоящей работы является изучение индукционных неоднородностей пространственно-временной структуры солнечно-суточной вариации геомагнитного поля (ГМП) на пунктах измерений профиля с. Гегард—оз. Севан. Возможность разделения индуктивных явлений ГМП на этом профиле рассмотрена в работах [2,3].

Этот профиль, с точки зрения поставленной задачи, является перспективным, т. к. проходит через вулканический хребет неоген-четвертичного возраста, который раздроблен густой сетью разломов (рис. 1). Протяженность профиля составляет около 40 км. Расстояние между пунктами наблюдений не превышает 5 км. Таким образом, изобильная сеть разломов создает благоприятные условия для существования индукционных явлений, а небольшая протяженность профиля обеспечивает идентичность протекания вариаций ГМП внешнего источника на всех пунктах измерений.

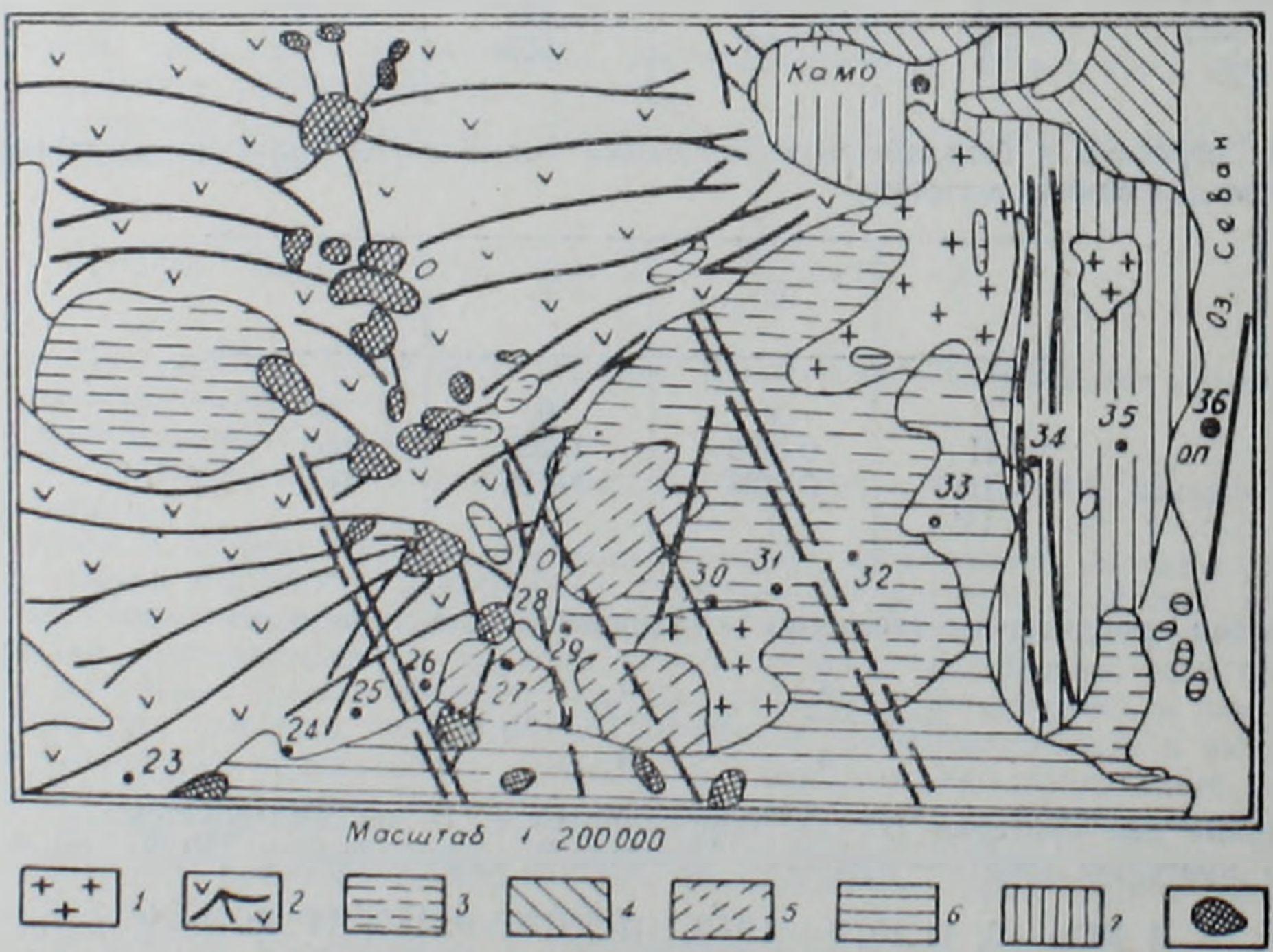

Рис. 1. Геолого-тектоническая ситуация (по Асланяну А. Т.) и схема расположения пунктов наблюдения профиля с. Гегард—оз. Севан.
1—позднеледниковые аллювиально-делювиальные осадки; 2—раннеледниковые (вюрм) лавы типа Е; 3—верхний-средний олигоцен, вулканогенная толща, андезиты разных типов (порфириты), их туфы и туфобрекчии; 4—нижний олигоцен, лагуновая фация, глины, песчаники, шлак и др.; 5—средний-нижний олигоцен, туфобрекчии (Агмаганский хребет); 6—старинноледниковые лавы типа В; 7—предледниковые лавы типа А; 8—центры излияния лав.