

МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 528.77 : 551.4

Д. С. АСОЯН

ИНТЕРПРЕТОСКОП И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМ ДЕШИФРИРОВАНИИ
АЭРОСНИМКОВ

Для целей полноценного качественного, а также количественного геоморфологического дешифрирования особо рекомендуется новый дешифровочный прибор интерпретоскоп (ГДР). Благодаря увеличению прибора от $2\times$ до $15\times$ при геоморфологическом качественном дешифрировании обнаружены следы неизвестной ранее конечно-стадиальной морены горнодолинного оледенения и отдельные ледниковые формы (при увеличении $5,5\times$ — $6\times$), которые не просматривались под стереоскопом (увеличение $2\times$). На приборе можно измерять также относительные высоты рельефа со среднеквадратическими ошибками соответственно при масштабах $1:28\,000$ — $\pm 1,7$ м, $1:17\,000$ — $\pm 1,0$ м, $1:1000$ — $\pm 0,6$ м (при $f_k = 100$ мм).

Требования к приборам для геоморфологического дешифрирования

Дешифрирование аэроснимков широко используется в геоморфологических исследованиях. Высокая эффективность, огромное значение аэрометодов в изучении рельефа и в решении различных задач геоморфологии общепризнаны.

Дешифрирование аэроснимков подразделяется на качественное и количественное (измерительное); в геоморфологических исследованиях чаще ограничиваются первым. Качественное геоморфологическое дешифрирование проводится в СССР чаще всего с помощью стереоскопов; наиболее распространен среди географов и геологов линзовый зеркальный стереоскоп ЛЗС-1. В большинстве случаев это единственный прибор, с помощью которого проводится дешифрирование аэроснимков. Увеличение стереоскопа ЛЗС-1, как и других зеркальных линзовых стереоскопов, очень невелико — всего $1,2\times$.

Доказано, что информационная емкость аэроснимка исчисляется десятками миллионов бит (единица измерения количества информации) (Наркевич, 1964; Смирнов, 1967). Соответственно увеличению наблюдательной системы прибора используется объем информации, заложенный в аэроснимке. Иными словами, чем больше увеличение или, точнее, чем больше диапазон увеличений прибора¹, тем большее количество сведе-

¹ Имеется в виду использование увеличения прибора в пределах, определяемых разрешающей способностью фотографического изображения (для контактных отпечатков предельное увеличение равно $5,5$ — $6\times$, для негативов 8 — $10\times$).

ний извлекается из аэрофотоснимка при дешифрировании. Например, объем информации, который можно получить при шестикратном увеличении снимка, по меньшей мере в четыре раза больше того объема, который удается получить при двукратном увеличении. Следовательно, проводить дешифрирование под стереоскопом ЛЗС-1 — значит использовать минимальное количество сведений, заключенных в аэроснимке. Явное ограничение возможностей качественного дешифрирования под зеркально-линзовым стереоскопом отмечает ряд исследователей (Гольдман, 1961; Наркевич, 1967; Кондратенко, 1967).

Из отечественных приборов увеличениями наблюдательной оптической системы, большими чем $1,2\times$, обладают только измерительные — стереофотограмметрические приборы. (Исключение составляет дешифровочный стереоскоп с бинокулярными насадками с увеличением $3,5\times$, который имеет небольшое поле зрения, что крайне затрудняет использование этого прибора.) Для комплексного (качественного и количественного) геоморфологического дешифрирования можно использовать простейший дешифровочный измерительный стереоскоп Д-2 ($3,75\times$) и приборы средней точности — прецизионные стереометры СМ-3, СМ-4, стереокомпараторы ($v=4\times$). Топографические стереометры СТД-2 и геологические стереометры ГС-2 («Аэрометоды при геологической съемке», 1964), ГС-4 имеют увеличения наблюдательной системы $2\times$, $2,5\times$, также неудовлетворительные для целей дешифрирования. В последнее время проведена модернизация СТД-2, прибор снабжен увеличением наблюдательной системы в $4,5$ — $5\times$ (Киенко и др., 1969). Производство топографического стереометра СТД-2 с увеличением $4\times$ — $5\times$ позволит использовать этот прибор с большим эффектом в геоморфологическом и других видах дешифрирования.

Интерпретоскоп: основные данные о приборе

Новый дешифровочный прибор — интерпретоскоп создан фирмой «Карл Цейсс Иена» (ГДР). Этот прибор предназначен специально для качественного дешифрирования: он имеет сменное увеличение от $2\times$ до $15\times$. Кроме того, на интерпретоскопе можно получать количественные характеристики рельефа — приближенно определять превышения методом измерений разностей продольных параллаксов.

Интерпретоскоп состоит из двух узлов: наблюдательной системы 1 и кадрового стола для просмотра материалов 2 (рис. 1). Наблюдательная система связана с кадровым столом четырьмя колонками и разделяется между собой расстоянием, позволяющим свободно проводить рисовку контуров на аэроснимках. Для просмотра фотопланов или карт большего, чем кадровый стол, формата одна из соединительных колонок 3 может быть вывинчена.

Изображение аэроснимков рассматривается фронтально через бинокулярный микроскоп 13 при увеличении (v) в пределах двух ступеней от 2 до $6\times$ и от $5\times$ до $15\times$. Увеличение оптической системы изменяется плавно с помощью вращения рычагов 4. Переход от одной ступени к другой осуществляется переключением объективных револьверов без смены окуляров. В наблюдательной системе объективы неподвижно закреплены на крестообразных салазках и могут быть перемещены по оси x или y при помощи рукоятки 5 над аэроснимками, уложенными на кадровом столе. Перемещение оптической системы по осям x и y позволяет рассматривать как неразрезанные фильмы, так и отдельные снимки форматом от 18×18 до 30×30 см. Расстояние между объективами при переходе с одного формата кадров на другой можно изменить как переустановкой объективов по оси x , так и постепенным вращением рукоятки 6.

Правая и левая оптические ветки прибора представляют собой системы переменных увеличений и могут регулироваться отдельно. Благодаря этой системе можно рассматривать разномасштабные аэроснимки и карты, а также переносить контуры на картографические материалы. Разномасштабность аэрофотоснимков или картографических материалов можно выравнять в пределах соотношения 1:7,5. Используемые в наблюдательной системе призмы обеспечивают оптический поворот изображения аэрофотоснимков с помощью рычагов 7 для каждой наблюдательной ветви отдельно. Диапазон оптического поворота равен $\pm 200^\circ$.

Диаметр поля зрения $d = \frac{200 \text{ мм}}{v}$, где v — увеличение. Так, при $v = 2 \times$ поле зрения равно 100 мм, при $v = 8 \times$ — 27 мм.

Наблюдение можно проводить как при проходящем свете, так и при отраженном. Для регулирования яркости изображения служат жидкостные светофильтры. Вращением рукояток 8 можно регулировать яркость каждого снимка в отдельности. На боковых стенках прибора находятся устройства 9 для крепления и перемотки фильма при помощи штурвалов. Интерпретоскоп предназначен также для измерений разности продольных параллаксов и расстояний. Последние можно измерять с помощью стеклянной масштабной линейки, входящей в комплект прибора. Цена деления линейки — 0,1 мм. Измерения горизонтальных параллаксов осуществляется наведением измерительной марки при вращении рукоятки 6. Измерительная марка — точечная, размером 0,1 мм (при 5-кратном увеличении). Поперечные параллаксы устраняют вращением рукоятки 10. Отсчет значений измеренных параллаксов ведется так: целые значения миллиметров отсчитываются по масштабной линейке на передней панели прибора 11, десятые доли — по измерительному барабану 12 с точностью до 0,02 мм. Перемещение оптической системы по оси x и возможность устранения вертикальных параллаксов позволяют ориентировать снимки по начальным направлениям.

Ориентирование аэроснимков по начальным направлениям на интерпретоскопе проводится следующим образом. Оптический поворот изображения для правой и левой наблюдательной системы доводится вращением рычагов 8 до нуля. Монокулярно совмещая измерительную марку с главной точкой аэроснимка, перемещают объективы по оси x до пересечения ее с пересеченной главной точкой соседнего снимка. При отклонении измерительной марки от главных точек по краям снимков передвигают аэроснимки до их совмещения. Чтобы обеспечить точное перемещение объективов по оси x , необходимо застопорить специальным зажимным рычажком движение объективов по оси y . После ориентирования по начальным направлениям аэроснимки больше не смещают на кадровом столе. Измерение продольных параллаксов ведется с использованием короткофокусных объективов при 5- и 8-кратном увеличении.

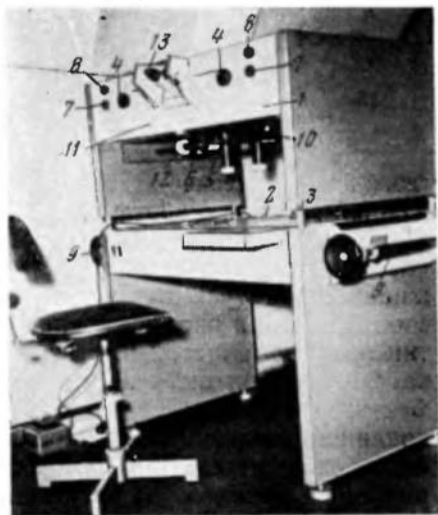


Рис. 1. Интерпретоскоп — новый дешифровочный прибор. Общий вид.

Серийный выпуск интерпретоскопа начат фирмой «Карл Цейсс Иена» сравнительно недавно — с 1965 г. Как всякий новый прибор, он находится в стадии изучения возможностей применения и оценки условий работы и у нас в стране и за рубежом.

Исследования, проведенные ЦНИИГАиК (Гольдман, 1966), выявили широкие возможности использования интерпретоскопа в аэрофотогеодезическом производстве при составлении и обновлении топографических карт. В ГДР также получены положительные результаты при использовании интерпретоскопа в целях обновления топографических карт (Dressel, 1968). Данный прибор рекомендует использовать в различных видах географического дешифрирования В. Т. Кондратенко (1967). В ГДР интерпретоскоп успешно используется при дешифрировании астрономических фотографий (Рихтер, 1967).

В Институте географии АН СССР автором проведено на интерпретоскопе опытное качественное и количественное геоморфологическое дешифрирование аэроснимков одного из районов Южной Якутии. Работы дали следующие результаты.

Качественное дешифрирование. При геоморфологическом дешифрировании особенно важно иметь хороший обзор аэроснимка для прослеживания контуров и границ крупных форм рельефа. На обычном стереоскопе ЛЗС для прослеживания границ в пределах продольного перекрытия площади аэроснимков необходимо перемещать аэроснимки и, следовательно, приходится несколько раз добиваться стереоскопического эффекта. На интерпретоскопе после установки стереоскопического эффекта снимки неподвижно закрепляются на кадровом столе. Свободное перемещение оптической системы позволяет прослеживать границы и контуры дешифрируемых объектов по всей полезной площади аэроснимка, не нарушая стереоскопического эффекта. Точного стереоскопического восприятия модели на интерпретоскопе достигают устранением вертикальных и продольных параллаксов, что невозможно на стереоскопах. При стереоскопическом наблюдении возможность общего обозрения исследуемых объектов зависит от поля зрения прибора. При дешифрировании на интерпретоскопе аэроснимков размером 18×18 см при увеличении $2\times$ можно благодаря большому полю зрения (100 мм), рассматривать весь аэроснимок в пределах продольного перекрытия снимков. При этом качество изображения удовлетворительное. Увеличение наблюдательной системы данного прибора от $2\times$ до $15\times$ позволяет устанавливать оптимальные условия наблюдений. Разрешающая способность снимка находится в прямой зависимости от увеличения прибора относительно плоскости изображения аэроснимка. Эта зависимость приводится в таблице, заимствованной из инструкции по эксплуатации прибора.

По данным Л. Е. Смирнова (1967), при изменении средней разрешающей способности только на 1 лин/мм общее количество информации аэроснимка меняется на 10—30%. Опираясь на эти цифры, можно считать, что дешифрирование аэроснимка при увеличении прибора $6\times$ позволяет получить информацию как минимум на 270% больше, чем при увеличении $2\times$.

Увеличение наблюдательной системы на приборе можно изменять с любой скоростью. При этом не меняется резкость изображения и не нарушается стереоскопический эффект. Последнее свойство интерпретоскопа — одно из ценных. После изучения общего вида объектов (при 2-крат-

ном увеличении), не прерывая наблюдений, можно перейти к рассмотрению деталей мезо- и микро рельефа, что возможно только при большом увеличении — от $4\times$ до $7-8\times$. При этом целесообразнее проводить наблюдения и измерения по аэроснимкам при увеличениях второй ступени (при короткофокусных объективах).

Приведем примеры. Было проведено повторное дешифрирование снимков на интерпретоскопе после их дешифрирования под стереоскопом и на стереометре СМ-3 (увеличение $4\times$). По результатам дешифрирования снимков на стереоскопе ЛЗС-1 и интерпретоскопе составлены геоморфологические схемы долины реки (рис. 2). При сравне-

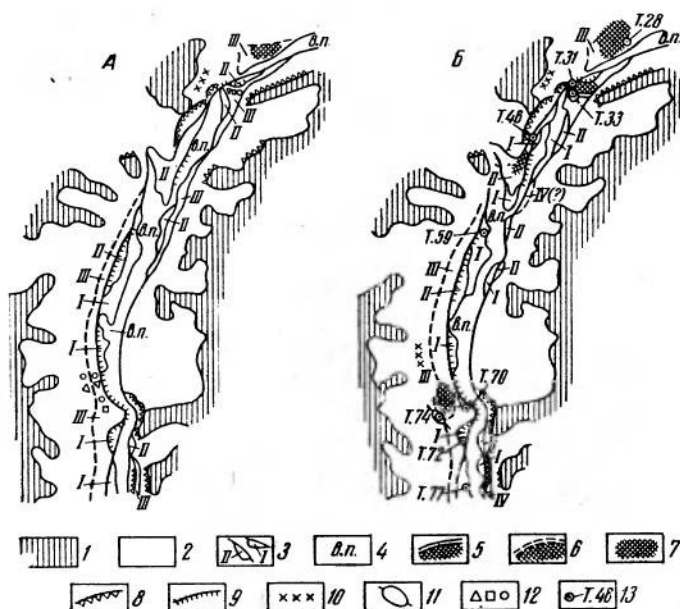


Рис. 2. Геоморфологические схемы долины реки (Южная Якутия), составленные при дешифрировании аэроснимков под стереоскопом ЛЗС-1 (А) и интерпретоскопом (Б)
 1 — водораздельные поверхности; 2 — склоны; 3 — поверхности речных террас — I, II, III надпойменных; 4 — поверхность высокой поймы; 5 — конечная стадияльная морена, хорошо сохранившаяся, с бугристым рельефом и неспущенными озерами; 6 — частично сохранившаяся конечная стадияльная морена; 7 — бугристо-западинный ледниковый рельеф; 8 — уступы в коренных породах; 9 — уступы речных террас; 10 — боковая морена; 11 — отдельные моренные холмы, высота которых определена на интерпретоскопе; 12 — термокарстовые озера; 13 — точки стереофотограмметрических измерений относительных высот рельефа на интерпретоскопе

нии двух геоморфологических схем видно, что уровни речных террас выделены примерно одинаково. Однако на схеме, составленной под интерпретоскопом, показаны в нижнем течении (рис. 2, Б в точках 74, 70) и выше по течению (точки 46, 33, 31) ледниковые микроформы. На схеме, составленной под стереоскопом, на данных участках были выделены только крупные термокарстовые озера (рис. 2, А).

В нижнем течении реки при дешифрировании под увеличением $4\times$ (на стереометре) были обнаружены ранее не известные следы размывтой в центральной части конечной стадияльной морены на поверхности III надпойменной флювиогляциальной террасы (рис. 3, 4). О существовании моренной гряды свидетельствует дугообразное расположение неровной мелкобугристо-западинной «замытой» поверхности с беспорядочно разбросанными ползаросшими моренными озерами, образующей характерный для моренных ландшафтов кружевной ячеистый рисунок аэрофотоизображения (мелкобугристо-западинная поверхность под стереоскопом казалась плоской). На удаленной части размывтой моренной гряды от бровки террасы сохранился плоский моренный холм (длина 30—

40 м) высотой 4 м, согласно определениям по стереопаре аэроснимков (рис. 4, точка 74).

При 6-кратном увеличении интерпретоскопа рядом с первым моренным холмом удалось обнаружить еще один холм высотой примерно в 2,5 м. На продолжении размытой моренной гряды на пологом склоне долины выделен также участок, превосходящий по площади размытую мелкобугристую поверхность. Участок характеризуется вытянутыми вдоль склона грядами, разделенными понижениями и террасообразными

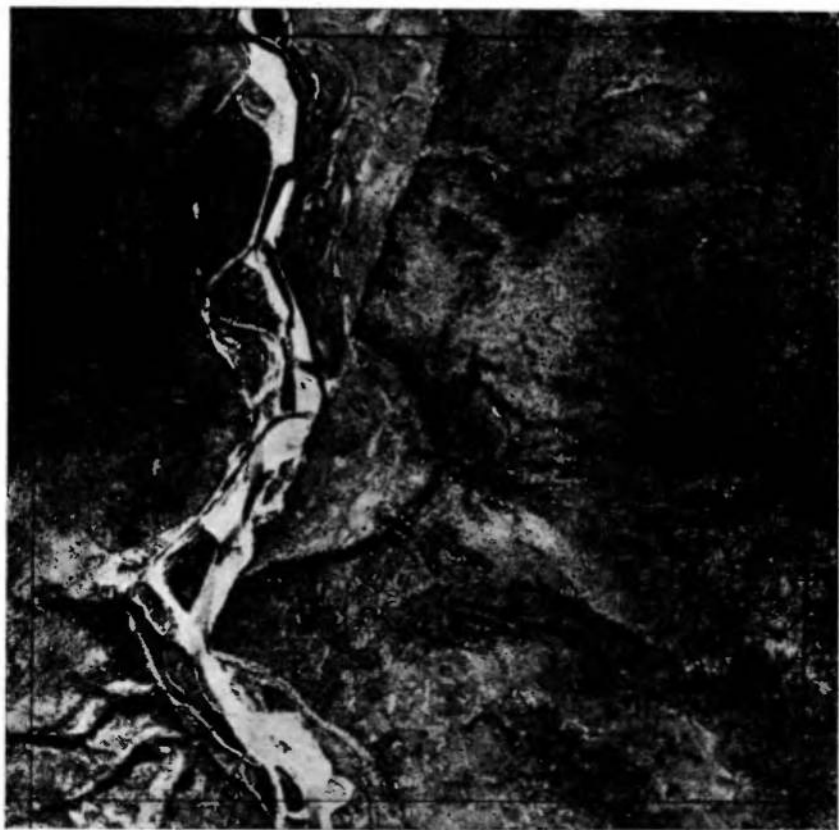


Рис. 3. Следы конечной стадияльной морены на III флювиогляциальной террасе в долине реки

площадками с обрывистыми краями. В склонах гряд выпаханы миниа-
турные ниши с неспущенными мелкими моренными озерами. Под стереоскопом этот участок представлялся в виде пологого, расчлененного небольшими бороздами склона. Эти данные окончательно подтвердили вывод о существовании в среднем течении изученной долины конечной стадияльной морены и позволили выделить еще одну стадию отступления горнодолинного оледенения в бассейне реки.

Выше по течению реки под увеличением $4\times$ (на стереометре СМ-3) обнаружена хорошо сохранившаяся дугообразная гряда конечной стадияльной морены с крупными неспущенными озерами внутри дуги морен. Под стереоскопом и на топографическом стереометре СТД-2 выделены только термокарстовые озера (рис. 2, А). При повторном дешифрировании на интерпретоскопе линию ряды удалось проследить до самого склона долины (рис. 2, Б). В этой части гряды выделены также более высокие, чем в центральной части, холмы, которые не просматривались на

других приборах из-за густого высокого соснового леса, покрывающего всю поверхность террасы. Существование этой конечной стадияльной морены отмечает С. М. Фотиев (1965) по данным полевых наблюдений. (Следует отметить, что дешифрирование снимков данного района под стереоскопом было проведено автором, когда статья С. М. Фотиева еще не была опубликована).

Важное достоинство интерпретоскопа состоит в возможности переноса контуров с аэрофотоснимков на фотоплан или фотосхему в пределах

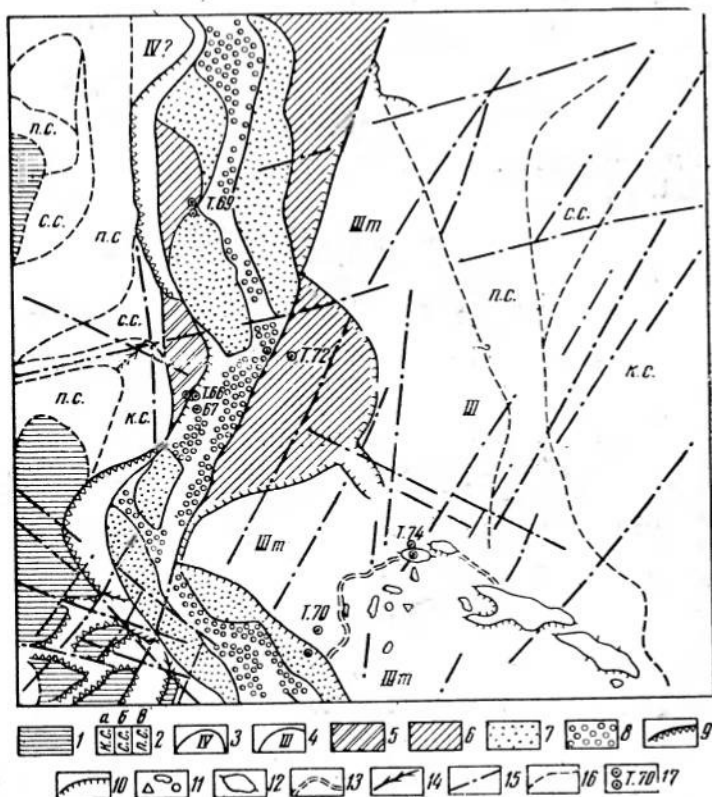


Рис. 4. Геоморфологическая схема дешифрирования на интерпретоскопе по рис. 3

1 — придолинные водораздельные поверхности; 2 — склоны долины различной крутизны: а — крутые (20—30°) гравитационные со скальными выходами, частично заросшие; б — средней крутизны (от 15—20°) гравитационно-дефлюкционно-солифлюкционные, заросшие; в — пологие (от 6—15°) дефлюкционно-солифлюкционные, заросшие. Речные надпойменные террасы: 3 — IV структурная (выделена условно); 4 — III цокольная флювиогляциальная; 5 — II цокольная; 6 — I аккумулятивная. Пойменные террасы: 7 — высокая аккумулятивная; 8 — низкая аккумулятивная; 9 — обрывы в коренных породах (юрские песчаники); 10 — обрывы речных террас. Буеристо-западинный моренный рельеф: 11 — заросшие бывшие моренные озера; 12 — моренные холмы; 13 — граница размытой конечной стадияльной морены; 14 — гребневидные склоны; 15 — разрывные нарушения; 16 — границы различных элементов рельефа, 17 — точки стереофотограмметрических измерений относительных высот рельефа

соотношения 1 : 7,5. По устному сообщению В. И. Наркевича, графическая точность переноса контуров равна 0,2 мм.

Сфера использования интерпретоскопа в качественном дешифрировании, на наш взгляд, не исчерпывается приведенными выше примерами. Использование всех возможностей этого прибора — дело дальнейших исследований.

Количественное дешифрирование. Помимо качественного на интерпретоскопе проведено количественное (измерительное) дешифрирование на контактных отпечатках и на негативах, снятых при плановой съемке с абсолютными высотами фотографирования 3350—3733 м, при фокусном расстоянии аэрокамеры $f_k = 100$ мм и базисе фотографирования в маш-

табе аэроснимка 56—60 мм. На контактных отпечатках нами измерены относительные высоты террас, моренных холмов, уступов на склонах и коренных обрывов в 96 точках. На негативах определены высоты в 30 точках. Превышения измеряли на тех и других материалах при увеличении 5×. Измеренные на интерпретоскопе относительные высоты рельефа сравнены с полевыми инструментальными измерениями.

Из общего числа 96 измерений превышений 48 измерены при благоприятных условиях; точки измерений удовлетворительно опознаны на местности. Среднеквадратическая ошибка из 48 измерений превышений (при расстоянии между точками измерений на снимке $\Delta x \leq 5$ мм) $mh = \pm 1,70$ м. Предельная среднеквадратическая ошибка $2 mh = \pm 3,4$ м. Ошибка измерений разности продольных параллаксов на интерпретоскопе при данных материалах аэросъемки и указанном способе измерений равна $m_{\Delta p} = \pm 0,04$ мм. Если выразить точность превышений на интерпретоскопе в долях высоты фотографирования $H_{\text{ср}}$ по формуле (Соколова, 1960)

$$mh = \pm \frac{1}{A} H,$$

при тех же значениях она равна $mh = \pm \frac{1}{1700} H$. В процентном отношении точность измерений превышений при высотах рельефа $mh \geq 2,5$ м составляет $\pm 6,8\%$. Точность измерений относительных высот на интерпретоскопе $\pm 1,7$ м получена при определенном случае — средней высоте фотографирования 2800—3000 м. Величина этой ошибки значительна и не может удовлетворять требованиям геоморфологических исследований при измерении относительных высот рельефа (Асоян, 1967). Однако при меньших высотах фотографирования и более крупных масштабах (1:17 000, 1:100 000) на интерпретоскопе можно измерять относительные высоты рельефа с удовлетворительной точностью. Исходя из определенной нами точности измерений на интерпретоскопе в долях высоты фотографирования в $\pm \frac{1}{1700} H$, ошибка измерений на данном приборе будет равна ± 1 м и $\pm 0,58$ м при масштабах аэросъемки соответственно 1:17 000, 1:10 000.

Независимо от степени деформации аэрофотоматериалов при измерениях необходимо пользоваться покровными стеклами. Измерение без них менее надежно.

Работа с интерпретоскопом сравнительно проста. Измерение превышений на приборе обычно требует тренировки в течение всего двух-трех дней. Однако следует помнить, что на данном приборе измерение превышений требует постоянного внимания, так как измерительная марка опускается к поверхности стереомодели под острым углом. В связи с этим измерения на интерпретоскопе необходимо проводить особенно тщательно.

Выводы

1. Данный прибор превосходит все имеющиеся стереоскопы по возможностям качественного дешифрирования и условиям работы. Основной объем работ при геоморфологическом дешифрировании в камеральных условиях целесообразно осуществлять на интерпретоскопе.

2. При определенных ограничениях на приборе можно проводить удовлетворительное измерительное дешифрирование. Для этого расстояние между вершиной и основанием объекта не должно превышать 3—5 мм (на плановых снимках); масштаб снимков должен быть достаточно крупным (1:17 000—1:10 000). При таких условиях точность измерения превышений будет порядка $\pm 0,6$ —1,0 м.

3. При измерении превышений на мелкомасштабных аэроснимках порядка 1:25 000—1:28 000 точность $mh = \pm 1,7$ м не удовлетворяет требованиям геоморфологических исследований.

4. Проведение комплексного (качественного и количественного) дешифрирования в геоморфологических исследованиях с применением интерпетоскопа позволит повысить детальность дешифрирования снимков, заменить в некоторых случаях полевые инструментальные измерения относительных высот в поле камеральными работами, что особо важно при изучении труднодоступных районов Сибири и Северо-Востока СССР.

ЛИТЕРАТУРА

- Асоян Д. С. Профилирование речных террас по аэроснимкам с использованием стереофотограмметрического метода (на примере Южной Якутии).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1967, № 6.
- Аэрометоды при геологической съемке в поисках полезных ископаемых, т. I. М., «Недра», 1964.
- Гольдман Л. М. О стереоскопах для топографического дешифрирования аэроснимков.— Тр. ЦНИГАиК, М., Геодезиздат, вып. 142. 1961.
- Гольдман Л. М. Возможности применения интерпетоскопа при стереофотограмметрических работах.— Геодезия и картография, 1966, № 9.
- Киенко Ю. П., Куштин И. Ф., Гуткин В. Л. Использование модернизированных стереометров СТД-2 при съемке в масштабе 1:20 000 с цифровой характеристикой рельефа.— Геодезия и картография, 1969, № 6.
- Кондратенко В. Т. О новых стереофотограмметрических приборах Германской Демократической Республики.— Докл. комис. аэрофотосъемки и фотограмметрии, вып. 3, Л., 1967.
- Наркевич В. И. Некоторые вопросы повышения дешифровочных свойств аэроснимков.— В сб.: Комплексное дешифрирование аэроснимков, М., «Наука», 1964.
- Рихтер Николаус. Интерпетоскоп — выдающееся средство дешифрирования астрономических фотографий.— Иенское обозрение, 1967, № 6. Иена, ГДР.
- Смирнов Л. Е. Теоретические основы и методы географического дешифрирования аэроснимков. Изд-во ЛГУ, 1967.
- Соколова И. А. Влияние широкоугольных аэросъемочных аппаратов на точность и подробность стереоскопической съемки рельефа.— Сб. рефератов ЦНИГАиК, 1960, вып. 20.
- Фотиев С. М. Подземные воды и мерзлые породы Южно-Якутского угленосного бассейна. М., «Наука», 1965.
- Херда Николаус. Интерпетоскоп, новый прибор для дешифрирования аэрофото-снимков.— Иенское обозрение, 1965, № 3, Иена, ГДР.
- Dressel H. Praktische Erfahrungen bei der Anwendung des Interpretoskops zur Lauf-fendhaltung topographischer Karten. Vermessungstechnik, 1968, № 16, вып. 2.

Институт географии
АН СССР

Поступила в редакцию
4.IX.1969

D. S. ASOYAN

THE INTERPETOSCOPE AND ITS USE FOR A GEOMORPHOLOGICAL DECIPHERING OF AERIAL PHOTOGRAPHS

Summary

The new deciphering device «Interpetoscope» (DDR) is especially efficient for the purposes of a full-value quantitative and qualitative geomorphological deciphering. Thanks to the enlargement from 2x to 15x, performed by the instrument, the author detected some traces of an unknown final — stadial moraine of the mountain-valley glaciation and some separate glacial forms (at the enlargement of 5,5x—6x), which could not be seen under stereoscope (the enlargement 2x). The device also can measure relative altitudes of the relief with average quadratic errors as follows: on the scale 1:28.000—1,7m; on the scale 1:17.000—1,0m; on the scale 1:1.000 — 0,6 m (with $f_k=100$ mm).