

Г. Н. ТИМУШЕВ

ОПЫТ МАРКИРОВКИ ОПОЗНАКОВ В ОБЖИТОЙ МЕСТНОСТИ

В настоящее время маркировка точек полевой подготовки аэроснимков находит широкое применение при составлении карт фотограмметрическими методами. Имеются указания и о том, что маркировка опознаков целесообразна при крупномасштабных съемках обжитых районов [2].

Из многочисленных рекомендаций по маркировке опознаков видно, что существуют различные взгляды на выбор маркировочных знаков по их форме, размеру, окраске и материалу, из которого они изготавливаются. В большинстве европейских государств используют квадратные знаки со стороной 0,012—0,08 мм в масштабе снимка; в Советском Союзе применяют многолучевые знаки, а также квадратные — со стороной 0,3—0,5 мм в масштабе снимка, а отдельные авторы рекомендуют знаки большего размера [1]. В США и Японии отдают предпочтение многолучевым знакам, однако их размеры меньше, чем в СССР.

Принято считать, что сочетание белого и черного цветов дает на черно-белых снимках максимальный контраст, но в Австрии установили, что лучший контраст создают желтый и красный цвет на голубом фоне [4, 5], а во Франции применяют желтые знаки.

Так как вопрос о расчете маркировочных знаков достаточно полно разработан в ЦНИИГАиК [3], целью проведенной экспериментальной работы являлось: проверить отдельные зарубежные рекомендации по маркировке; с учетом исследований ЦНИИГАиК разработать конкретные рекомендации по маркировке опознаков для целей мелиорации в некоторых областях Украинской ССР.

Экспериментальная работа выполнена летом 1965 г. На участке равнинно-пересеченной всхолмленной местности площадью около 2000 га на различных угодьях — луг, выгон, пашня, лес — было размещено 410 маркировочных знаков, которые в зависимости от размера, формы, окраски и материала, из которого они изготовлены, подразделялись на 52 типа. Знаки имели форму квадрата, круга, креста. Материалом для их изготовления служили отходы фанеры, влагоустойчивая бумага. Часть знаков обозначалась на местности окопкой, известью и песком. 72 знака, равномерно расположенных на всей территории экспериментального участка, были привязаны к главной геодезической основе с целью дальнейшего использования их в качестве опознаков при фотограмметрических работах. После маркировки в июле 1965 г. была выполнена аэрофотосъемка в масштабах 1 : 9000 и 1 : 14000 аэрофотоаппаратом АФА-ТЭ с фокусным расстоянием 100 мм на аэропленках панхром и изопанхром.

Маркировка на лугу

Для выбора оптимального знака при маркировке на лугу испытываемые маркировочные фигуры были размещены на двух контрольных площадках, расположенных на мокром лугу и на выгоне. Кроме того, 24 опознака были замаркированы на лугах равномерно по всей площади экспериментального участка.

На контрольных площадках знаки располагались рядами и колоннами в углах квадратов со сторонами 10 м и имели следующие размеры в сантиметрах: квадратные (сторона) — 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 100, 140, 200; крест (полоса) — 80×15 , 100×20 , 100×30 , 250×40 .

Знаки из фанеры окрашивались в белый, светло-коричневый и серебристый цвета и имели размер не более 70 см. Часть фанерных знаков не окрашивалась. Знаки со стороной 1 м изготавливались из бумаги и окрашивались в белый, желтый, серый, коричневый, голубой, красный, светло-зеленый и черный цвета. Несколько типов знаков имели комбинированную окраску: белый квадрат на красном фоне, красный квадрат на голубом фоне, светло-коричневый квадрат на голубом фоне. В этих случаях квадрат указанного цвета со стороной 50 см располагался в середине листа бумаги, имеющей окраску соответствующего фона. Один тип знака представлял собой серый крест на черном фоне. Знаки размером более метра обозначались на местности окопкой, известью и песком.

Опознаваемость знаков в зависимости от их окраски изучалась по всем снимкам, на которых они зафиксировались. После многочисленных измерений на стереокомпараторе были получены отношения видимых размеров цветных знаков к размеру изображения на снимке белого знака. Результаты наблюдений сведены в таблицу 1.

Таблица 1
Отношение видимых размеров цветных знаков
к размеру белого

Цвет знака	Тип местности		Среднее значение
	луг	выгон	
Белый	100%	100%	100%
Желтый	99	52	76
Белый на красном	69	—	69
Серый на черном	68	68	68
Красный на голубом	67	46	56
Серый	49	66	57
Коричневый на голубом	54	49	52
Коричневый	43	56	49
Голубой	48	46	47
Красный	35	31	33
Зеленый	31	0	16
Черный	9	0	5

По степени яркости их изображений на снимках в результате наблюдений знаки подразделены на следующие группы: 1. повышенной яркости — белый, желтый и белый на красном фоне; 2. хорошей яркости — серый, серый на черном, коричневый на синем; 3. удовлетворительной — коричневый, голубой, красный на синем фоне и красный.

Слабую яркость имеет зеленый знак.

Из приведенных данных следует, что лучшим цветом при маркировке на лугу является белый. Желтые знаки в некоторых случаях могут оказаться малоэффективными. Комбинированные знаки, в частности красный и светло-коричневый на голубом фоне, не дают лучшего контраста с луговой растительностью, однако они хорошо видны на снимках. Интересно отметить, что комбинированные знаки дают на снимках лучшее изображение, чем составляющие их цвета в отдельности. Черный и зеленый цвет на луговой растительности практически не опознаются.

Видимость маркировочных знаков на снимках в зависимости от их размеров определялась визуально и с помощью стереофотограмметрических приборов (стереоскоп, стереокомпаратор, СПР-2, СД-2). Лучшими и в этом случае оказались маркировочные фигуры белого цвета. Минимальные размеры белых знаков, опознанных на снимках различных масштабов в зависимости от типа подстилающей поверхности и способа рассматривания снимков, показаны в табл. 2.

Таблица 2

Минимальные размеры белых знаков,
видимых на снимках различных масштабов

Тип поверхности	Способ опознавания	Масштаб снимков	
		1:9000	1:14000
Луг	Визуально	30 см	40 см
	Стереоскопически	20	25
Выгон	Визуально	40	50
	Стереоскопически	20	20

Знаки из неокрашенной фанеры и окрашенные в светло-коричневый и серебристый цвета опознаются на снимках обоих масштабов при минимальном размере в натуре 25—30 см на приборах с увеличением оптической системы $7\times$, однако яркость их изображений на снимках меньше, чем белых. Неокрашенные знаки быстро деформируются под действием атмосферных условий.

Таким образом, на аэропленках отечественного серийного производства могут быть опознаны знаки, имеющие размер около 0,014 мм в масштабе снимка. Однако применение их на практике нецелесообразно из-за трудности опознавания одиночных малоразмерных знаков. В обжитых районах на лугах и выгонах имеется много следов пребывания человека и домашних животных (куски бумаги, следы от химических удобрений и подобные им предметы), изображения которых на снимках могут быть ошибочно приняты за малоразмерный маркировочный знак. Поэтому малоразмерные маркировочные фигуры следует применять только в сочетании с другими элементами маркировки для повышения точности наведения измерительной марки прибора на изображение опознака.

Знаки в форме креста размером 100×20 см и меньше изображались на снимках на фоне луговой растительности в виде светлых пятен неправильной формы. Эти же знаки на фоне площадок, выложенных из полос толя и рубероида, различаются в форме креста. Крест с размером полос 240×40 см на фоне луговой растительности отчетливо виден даже на снимках масштаба 1:14000. При этом без ущерба для опознавания ширина полосы может быть уменьшена до 25—30 см.

Маркировка на пашне

Для изучения опознаваемости маркировочных знаков на пашне была оборудована контрольная площадка среди посевов ржи, кукурузы и картофеля, где было расположено 30 маркировочных знаков белого, серебристого и светло-коричневого цветов с размерами стороны 25, 30, 40, 50 и 70 см. Кроме того, равномерно на площади эксперимен-

Таблица 3
Минимальные размеры (в см) знаков,
опознанных среди посевов

Цвет знака	Сельскохозяйственная культура		
	Рожь	Кукуруза	Картофель
Белый	30	30	25
Серебристый	50	40	30
Коричневый	50	40	30

тального участка на пашне было замаркировано 36 опознаков. Квадратные знаки со стороной 100, 140 и 200 см окрашивались так же, как и на лугу, в двенадцать цветов. Знаки минимальных размеров, опознанные с помощью стереоприборов среди посевов, показаны в табл. 3.

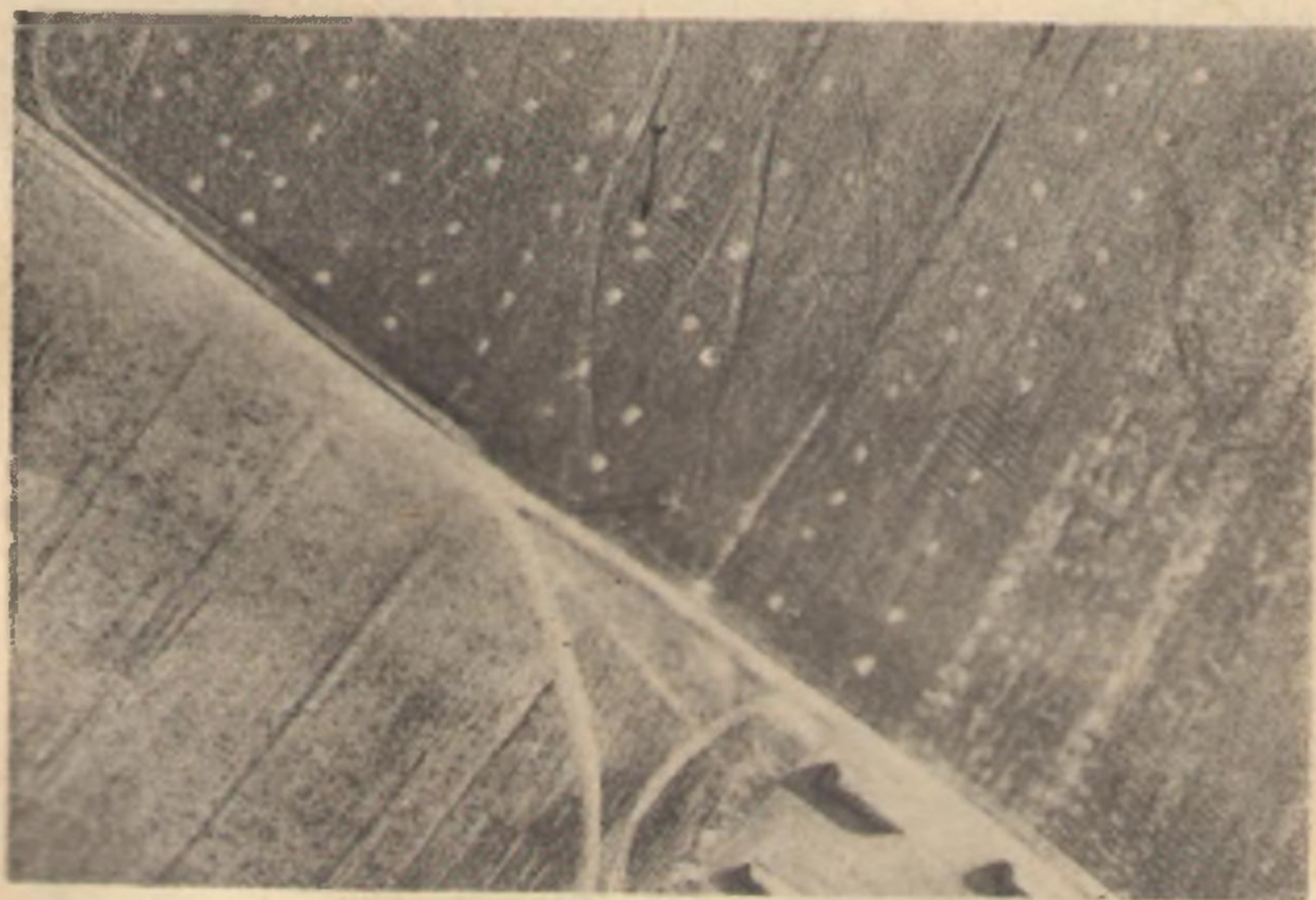


Рис. 1. Квадратный знак (указан стрелкой) замаркирован известью среди следов от копен.

Из данных табл. 3 следует, что в случае необходимости маркировки на пашне лучше располагать среди посевов картофеля и кормовых культур знаки белого цвета. Зерновые культуры, имеющие высоту 1—2 м, могут затенить опознак. Кроме того, зерновые в течение короткого промежутка времени изменяют свою окраску от темно-зеленой до золотисто-желтой, что затрудняет расчет размера и цвета знака с учетом спектральной отражательной способности местности.

При маркировке опознаков их местоположение обозначалось на снимках старого залета кружком диаметром 2—3 см. Одновременно составлялся абрис.

При камеральном изучении снимков все знаки со стороной 70 см и более были опознаны визуально на снимках обоих масштабов нес-



Рис. 2. 1 — круглый, обозначенный окопкой; 2 — следы от копеек.



Рис. 3. Квадратный знак, замаркированный водонепроницаемой бумагой.

колькими исполнителями. Однако для более уверенного опознавания знаков размером менее 1 м необходимо использовать приборы с увеличением оптической системы 2—4 $\times$. В настоящее время, когда снимки обрабатываются на приборах с увеличением 4—8 $\times$, нет необходимости использовать маркировочные фигуры размером более 0,2—0,3 мм в масштабе снимка, хотя большинство знаков квадратной и круглой

формы таких размеров изображаются на снимках в виде светлых пятен неправильной формы. Увеличивать размеры знаков для получения изображения геометрически правильной формы нет необходимости.

В условиях обжитой местности найти на снимке зону, в которой замаркирован опознак, нетрудно, а увеличение размеров знаков экономически невыгодно. Квадратные и круглые знаки могут оказаться малоэффективными по другой причине. Встречающиеся на местности в большом количестве следы от копен и минеральных удобрений, имеющие форму круга и квадрата размером 2—4 м, изображаются на снимках также в виде кружков и прямоугольников, что может привести к

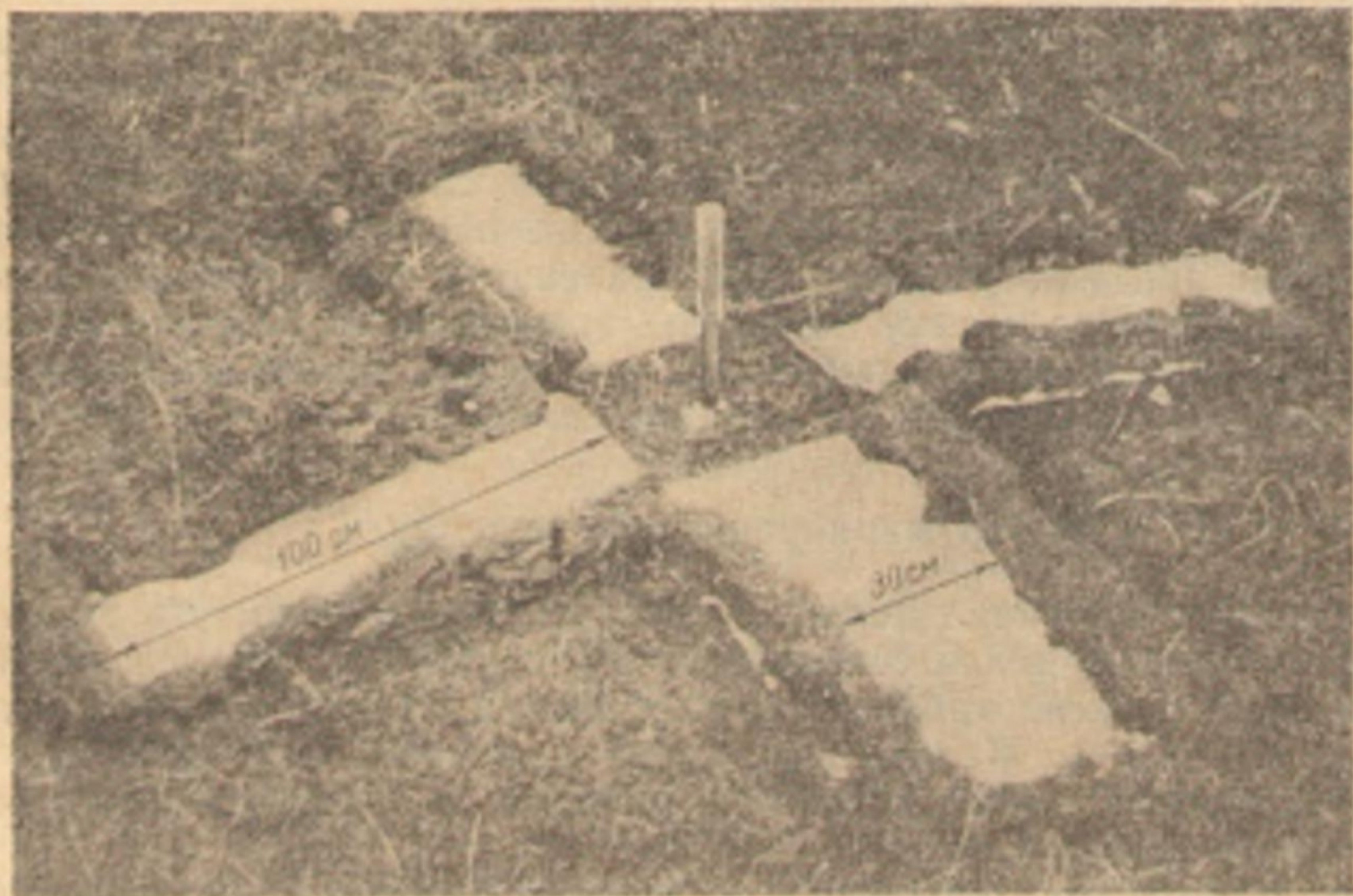


Рис. 4. Опознак замаркирован в форме креста водонепроницаемой бумагой.

ошибкам в опознавании, если эти предметы появятся вблизи опознака после маркировки. Такие случаи показаны на рис. 1 и 2.

В связи с землеустроительными работами на местности оборудуются многочисленные граничные знаки в виде деревянных столбов с окопкой диаметром 1—1,5 м, которые также могут быть ошибочно приняты за опознак. Поэтому, хотя при маркировке на лугу и пашне можно применять квадратные знаки (рис. 3), лучше использовать многолучевые знаки белого цвета, например крест. Фигура, построенная так, как показано на рис. 4, отчетливо выделяется на фоне растительности и опознается на снимках масштаба 1 : 14000.

Маркировка в лесу

Стереотопографическая съемка залесенной местности в крупных масштабах имеет свои особенности в сравнении со съемками в мелких и средних масштабах. В некоторых случаях возникает необходимость маркировать не только относительно большее количество опознаков, но и многие вспомогательные точки, необходимые для более точного воспроизведения рельефа на планах залесенной местности.

С целью уточнения опознаваемости замаркированных точек в залесенной местности, в лесном массиве площадью около 500 га было замаркировано 39 точек. Десять опознаков, расположенных на лесных

полянах и опушках леса, замаркировано листами водонепроницаемой бумаги, окрашенной в белый и желтый цвет, а 29 точек — знаками, расположенными на деревьях. В последнем случае опознак представлял собой шест длиной 2—2,5 м и диаметром 7—10 см с крестовиной в верхней части, к которой крепился опознавательный знак из фанеры, окрашенной в белый или серебристый цвет, размером 50, 60, 70 см². Опознавательные знаки размещались на деревьях различных пород: дуб, бук, береза, липа, осина и сосна. В результате камерального изучения снимков установлено, что на снимках масштаба 1 : 9000 все знаки опознаются визуально; на снимках масштаба 1 : 14000 с помощью стереофотограмметрических приборов опознаются все знаки, а визуально — знаки со стороной 70 см.

При расположении опознаков на деревьях обеспечивается большее постоянство контраста маркировочной фигуры и фона местности, так как окраска древесной растительности сохраняется почти неизменной в течение продолжительного времени. В этом случае уменьшается также опасность уничтожения знаков людьми и животными. Некоторые затруднения при камеральных работах, связанные с необходимостью вводить поправки за высоту знака над поверхностью земли, компенсируются экономией времени и средств, так как отпадает необходимость вырубать в лесу площадки под опознаки.

Выбор маркировочного материала

Избранный материал должен обеспечить опознаваемость знака на снимке, достаточно долго сохраняться на местности, быть сравнительно дешевым, транспортабельным и легким и иметь низкую потребительскую стоимость. Желательно, чтобы маркировочный материал позволял изготовлять знаки до начала полевого сезона и его можно было приобрести в районе работ.

При маркировке окопкой исключаются затраты на изготовление специального маркировочного знака, но такие точки не всегда опознаются на снимках масштаба 1 : 7000 и мельче, а наличие на местности большого количества землеустроительных знаков, обозначаемых также окопкой, может привести к грубым ошибкам в опознавании. Окопка вскоре обрастает травой и становится невидимой на снимках даже крупного масштаба.

При маркировке известью на один опознак со стороной 1,5—2 м затрачивалось 3—5 кг известкового теста и 1—1,5 ведра воды, которую приходилось разыскивать в районе расположения опознака или доставлять к месту маркировки из ближайшего источника. При ливневых дождях известь смывалась с опознаков и маркировку надо было повторять. На доставку извести в район работ необходим транспорт и дополнительные денежные средства.

Хорошие результаты получены при маркировке опознаков водонепроницаемой бумагой (ГОСТ 8828-61), которая окрашивалась клеевыми известковыми растворами. Для окраски 15—20 м² бумаги необходимо: известкового теста — 3 кг, пигмента — 50—100 г, воды — 7 л, столярного клея — 140 г. Листы окрашенной бумаги сохранялись на местности в течение полутора—двух месяцев несмотря на крайне неблагоприятные условия погоды. Бумажные маркировочные знаки можно в достаточном количестве приготовить до начала полевого сезона. Бумага легка и хорошо транспортируется. В местах, непроходимых для транспорта, один человек без труда может переносить 15—20 м² бумаги. Если некоторые листы окрасить с одной стороны в белый цвет,

а с другой — в черный, облегчится маркировка опознаков на местности с различной отражательной способностью. Стоимость знака при этом увеличится незначительно. Из бумаги легко построить маркировочную фигуру любой формы. При уничтожении бумажного маркировочного знака на местности остается окопка и побелевшая трава. Такой нарушенный знак легко опознается на снимках еще через 3—4 недели после уничтожения бумаги.

Маркировка подручными средствами, например песком, дает эффект, если аэрофотосъемка проводится вскоре после маркировки. Песок сносится с опознака ветром и смывается во время дождя. Коэффициенты яркости сухого и мокрого песка отличаются один от другого в 2—2,5 раза, а так как увлажненность почвы в момент аэрофотосъемки предвидеть нельзя, при маркировке песком затрудняется расчет размеров маркировочных знаков. Для маркировки одного опознака расходовалось 40—60 кг песка. Маркировка песком требует дополнительных расходов на погрузочно-разгрузочные операции и транспорт.

При маркировке фанерой следует учитывать, что она представляет известную хозяйственную ценность, поэтому фанерные знаки разрушаются местным населением. Фанерные знаки целесообразно применять при маркировке в лесу и труднодоступных местах. Листы фанеры сохраняются на местности до года. Так, проверкой маркировки в лесу, через полгода была отмечена сохранность всех знаков. Через год сохранилось 30% знаков, причем — на высоких труднодоступных деревьях. Остальные фанерные знаки были уничтожены.

Для изготовления маркировочных знаков использовались отходы фанеры, поэтому стоимость маркировки одного пункта была невысокой и из расчета розничных цен на отходы фанеры, жерди, гвозди и краску составила 40 копеек.

Знаки из фанеры могут быть изготовлены до начала полевого сезона. Так, в проведенном эксперименте вехи с маркировочными знаками доставлялись в район работ в полностью смонтированном виде, после чего переносились к местам установки знаков на расстояние до 1—2 км. Бригада в составе трех человек переносила одновременно 4—5 вех и необходимый инструмент. На установку вехи на дереве высотой 20—25 м затрачивалось 20—25 минут.

ВЫВОДЫ

1. При маркировке в обжитых районах на местности с травянистым покровом (луг, выгон, посевы многолетних трав и т. д.) следует применять маркировочные фигуры белого цвета с размерами в масштабе снимка: квадратные (сторона) — 0,1—0,3 мм; многолучевые (луч): в длину — 0,07—0,1 мм и в ширину 0,02—0,04 мм, при этом предпочтительно применять многолучевые знаки.

2. В качестве маркировочного материала лучше применять водонепроницаемую бумагу и подобные ей материалы.

3. При крупномасштабных съемках в обжитых районах лесных массивов в качестве маркировочных знаков можно использовать вехи на деревьях с опознавательными знаками белого цвета квадратной формы со стороной в масштабе снимка: 0,05—0,1 мм — для вспомогательных точек и 0,1—0,2 мм — для основных плановых высотных опознаков.

4. Знаки с комбинированной окраской выгодно применять, когда при наличии малоконтрастных красителей необходимо повысить опознаваемость маркировочных знаков; следует продолжить изучение от-

ражательной способности знаков с комбинированной окраской на различной подстилающей поверхности.

5. С учетом сроков сохранности опознаков в обжитой местности следует сократить сроки между маркировкой и аэрофотосъемкой до 1—1,5 месяцев, что вполне реально при наличии надежных средств сообщения и связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изыскания железных дорог. Справочное и методическое руководство под редакцией М. А. Петрова и Э. А. Нормана. Изд-во «Транспорт», М., 1964.
2. Кузьмина Н. П., Брюханова Л. И. Опыт создания планов масштаба 1:2000 с сечением рельефа 0,5 м стереотопографическим методом. «Геодезия и картография», № 8, 1966.
3. Мануйленко В. К. Расчет размеров маркировочных знаков. «Геодезия и картография», № 12, 1963.
4. Hlawaty F., Stickler A. Signalisierungversuch. «Photogrammetria», 1955—1956, № 4.
5. Möller Sven G. Överblick över den moderna internationella storskaliga fotogrammetrien. «Svensk landmåteritidskr», 1958, 50, 1—2.

Работа поступила
24 ноября 1966 г.