

Г. Н. ТИМУШЕВ

ОБЗОР РАБОТ ПО МАРКИРОВКЕ ТОЧЕК ПОЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ

Первые опыты по маркировке в Советском Союзе относятся к 1918—1919 гг., когда Военно-топографическая служба провела опытные аэрофотосъемки в районах Тулы, Калининна и Москвы.

Опыт применения маркировки нашел свое отражение в одном из первых руководств по аэрофотосъемке [22], однако в течение продолжительного времени маркировка опознаков в нашей стране осуществлялась эпизодически отдельными исполнителями, незначительный опыт которых большой известности не получил.

С перемещением основного объема работ в малообжитые и мало-контурные районы азиатской части СССР, где опознавание геодезических точек на аэрофотоснимках стало затруднительным, предприятия ГУГК стали применять выборочную маркировку точек полевой подготовки.

Однако в первоначальный период не было единого взгляда на выполнение маркировочных работ, и их качество целиком зависело от опыта исполнителей, что приводило к ошибкам в расчетах знаков. В связи с этим вопросы маркировки были обсуждены на совещании представителей аэрогеодезических предприятий, состоявшемся в 1960 г. В печати стали появляться статьи с обобщением отечественного [4, 5, 6, 7, 11, 19, 31] и зарубежного [14, 21, 30] опыта.

Большой вклад в развитие методов и способов маркировки опознаков сделал аэрофотографический отдел ЦНИИГАиК.

Так, научно-технический отчет ЦНИИГАиК за 1958 г. содержал обобщение опыта маркировочных работ в лесных районах, выполненное Н. А. Соколовой. Давая оценку зарубежным работам по маркировке [21], она сделала важные практические выводы для производства маркировки в Советском Союзе и обратила внимание на то, что размер маркировочного знака определяется не только масштабом снимка, но и характером местности, целевым назначением этого знака, формой измерительной марки фотограмметрического прибора и увеличением его оптической системы.

В ЦНИИГАиК также были проведены исследования опознаваемости на снимках геометрических фигур минимальных размеров при максимальном контрасте фона и изображения [12]. Выводы из этого исследования содействовали дальнейшему совершенствованию методики расчета размеров и формы маркировочных знаков для различных природных зон.

В отдельных работах [20], выполненных сотрудниками ЦНИИГАиК Н. А. Соколовой, К. Н. Герценовой, А. Г. Ваниным, отражены вопросы сгущения плано-высотного обоснования на различных фотограмметрических приборах с использованием замаркированных точек.

В 1966 г. ЦНИИГАиК (Н. П. Кожевников, Н. А. Соколова, А. Г. Ванин) обобщил опыт предприятий ГУГК по маркировке точек в различных физико-географических условиях. На основании анализа многочисленных данных (использовано около 13 тыс. замаркированных точек) даны рекомендации по совершенствованию маркировочных работ. В дальнейшем краткое содержание этого обобщения опубликовано в статье А. Г. Ванина [2].

В результате изучения опыта маркировки ЦНИИГАиК указал на возможность применения для маркировки опознаков в лесу метода дефолиации и десикации, основанного на использовании специальных химических препаратов. Этот способ может дать значительную экономию средств при маркировке в лесу, но требует еще всестороннего изучения и проверки.

В ЦНИИГАиК [8] выполнено экономическое обоснование технологических схем плано-высотной подготовки, рассчитанных на маркировку всех опознаков с одновременным уменьшением плотности плано-высотного обоснования, и разработана методика радиогеодезического метода плано-высотного обоснования аэрофотографических съемок в масштабах 1 : 25 000—1 : 100 000 с использованием замаркированных опознаков [15].

Накопленный опыт маркировки точек плано-высотного обоснования нашел свое отражение в известных наставлениях по топографическим съемкам, в разработке которых непосредственное участие принимали сотрудники ЦНИИГАиК М. Д. Коншин, Н. П. Кожевников, К. Н. Герценова, Н. А. Соколова, А. Г. Ванин и др., и, хотя в вопросах маркировки было сделано уже много, в ЦНИИГАиК продолжают внимательно изучать отечественный и зарубежный опыт [1, 2, 3].

Используя работы ЦНИИГАиК, В. К. Мануйленко предложил способ расчета размеров маркировочных знаков в зависимости от разности коэффициентов яркости знака и микрорельефа [12]. Этот способ предполагает использование подручных средств маркировки. В 1962 г. В. К. Мануйленко предложил использовать знаки сферической формы, располагаемые на деревьях [13]. Этот способ пока не получил распространения, но заслуживает внимательного изучения.

В 1958—1959 гг. были выполнены экспериментальные работы с целью изыскания способа маркировки в лесу, не требующего вырубки деревьев, однако использованные при этом «воздушные знаки» оказались малоэффективными [33].

Вопросы расчета маркировочных знаков при высоком растительном покрове и на склонах местности, а также маркировка знаками, располагаемыми на деревьях, отражены и в других работах [24, 25, 27].

В некоторых литературных источниках содержатся предложения по внедрению в производство более надежных и дешевых маркировочных материалов и более прогрессивных способов выполнения маркировочных работ [16, 17, 25], а также предлагаются оптимальные маркировочные знаки для различных природных зон [9, 10, 29].

Следует отметить, что в большей части работ, опубликованных в отечественной литературе, обобщается опыт маркировки в необжитых районах тундры, горной тайги и пустынь при картографировании в масштабе 1 : 25 000 и мельче, и только в сообщениях отдельных авторов [9, 14, 21, 27, 29] частично нашли свое отражение вопросы маркировки при крупномасштабных съемках, которые в настоящее время в связи с составлением советского кадастра и нуждами мелиорации приобретают особое важное значение.

Первые значительные опыты по маркировке точек полевой подготовки за рубежом выполнены в Австрии в 1950—1951 гг. [41], а интенсивная разработка способов и методов маркировки началась уже после

1952 г., когда по решению Международного фотограмметрического конгресса основные усилия зарубежных фотограмметристов были направлены на изыскание высокоточных методов создания крупномасштабных карт.

В зависимости от различия физико-географических условий и назначения карт в каждом государстве складывались свои взгляды на проведение маркировочных работ.

В США, Канаде и некоторых других странах маркировка стала применяться с 1957—1958 гг. в основном при картографировании местности с недостаточным количеством естественных контуров и была направлена прежде всего на исключение грубых ошибок в опознавании точек полевой подготовки [46, 64].

В европейских странах маркировка производится с целью повышения точности фотограмметрических работ при крупномасштабных съемках. При этом маркируется не только густая сеть пунктов геодезического обоснования, но и многочисленные граничные знаки и другие точки местности, координаты которых необходимо определить.

Из многочисленных работ, освещающих опыт маркировочных работ в Австрии [41, 47, 58], Болгарии [14, 57], Венгрии [50], Голландии [61], Канаде [46], США [1, 39, 44, 49, 51, 59], Филиппинах [53], Франции [48], Швейцарии [45], Швеции [54], Японии [55, 63] и в других странах [37, 38, 48, 54], наибольший интерес представляют те, в которых сообщаются данные о специально поставленных экспериментах и выполненных исследованиях в вопросах маркировки точек полевой подготовки.

Так, в 1955 г. в Австрии был проведен эксперимент с целью изыскания знака, который обеспечивал бы хорошую опознаваемость его изображения на снимке, высокую точность фотограмметрических работ и имел бы незначительную стоимость. В результате хорошо поставленного эксперимента было установлено, что лучший контраст обеспечивает желтый знак на голубом фоне; знаки, имеющие одинаковые размеры на местности, но различно окрашенные, имеют на снимках неодинаковые размеры. В литературе [41, 54, 58] этот эксперимент расценивается как один из наиболее полных.

В Голландии [61] для топографической съемки в крупном масштабе открытой местности (луг, пашня) были экспериментально проверены знаки квадратной формы различных размеров и окраски. В результате изучения изображений знаков на снимках и статистической обработки результатов установлено, что наилучшим для масштаба 1 : 10 000 является знак белого цвета со стороной 30 см.

В США [1, 51] в 1960—1961 гг. проведено испытание только многолучевых знаков, так как предполагалось, что круглые и квадратные знаки плохо опознаются на снимках, если их положение на местности не известно с достаточной точностью. В результате обработки полученного материала установлено, что площадь знака должна быть пропорциональна квадрату высоты полета. Наилучшим знаком признан крест с размером луча $0,04 \times 0,16$ мм в масштабе снимка.

Целесообразность использования многолучевых знаков отмечается и другими авторами в СССР [1, 23, 28, 29], США [59, 64], на Филиппинах [53] и в Японии [55].

Бруклахер [37] приводит данные о работе, выполненной на площади 900 га, когда на местности приводили круглыми и прямоугольными знаками было замаркировано 3000 пунктов, и рекомендует для масштаба съемки 1 : 10 000 применять знаки диаметром не более 30—40 см.

В Швейцарии [45] с целью повышения точности фотограмметрических работ было замаркировано на специальном полигоне 600 пунктов. Для маркировки использовались белые квадратные знаки со стороной 20 см. Аэрофотосъемка производилась аэрофотоаппаратами с фокусны-

ми расстояниями 100—210 мм с высот 1000—2600 м. Результаты работы показали, что точность планового положения маркированных точек при фотограмметрических определениях выше, чем немаркированных.

В зарубежной литературе имеется много нередко противоречивых предложений относительно размеров, формы и цвета маркировочных знаков, а также рекомендуются различные маркировочные материалы и способы выполнения маркировочных работ [32, 39, 41, 46, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 65].

Так, Бухгольц [38] предполагает, что маркировочный знак должен изображаться величиной 0,2 мм в масштабе снимка; Леман [52] считает, что сторона квадратного знака должна выражаться отношением m_c : 40 000, где m_c — знаменатель масштаба фотографирования; по Финстервальдеру [32], m_c : 10 000; Швидевский [62] рассматривает различные по форме знаки и предлагает соотношения: для круглых знаков — m_c : 10 000, для прямоугольных — m_c : 5000, для ширины луча многолучевых знаков — m_c : 50 000. О размерах знаков, принятых в различных государствах для одного и того же масштаба съемки, сообщается в некоторых обзорных работах [48, 54].

Таким образом, для европейских государств, использующих маркировку в основном для целей земельного и правового кадастра, характерно применение знаков очень малого размера, рассмотреть которые на снимках можно только при использовании фотограмметрических приборов с большим увеличением оптической системы. В отечественной практике такие знаки пока применяются редко, но поскольку с экономической точки зрения этот вопрос представляет интерес, он изучается и в Советском Союзе [27, 29].

Наряду с подручными средствами и относительно дешевыми материалами (картон, фанера, бумага и т. п.), за рубежом для маркировки рекомендуют и такие материалы, как листы алюминия [46] и пластика [51], которые при значительном объеме топографических работ в Советском Союзе, возможно, будут дефицитными.

Изыскиваются пути маркировки в лесу. При этом, если в Канаде и США совместно с другими методами [49] находят возможным производить маркировку опознаков вырубкой площадок определенных размеров и формы [44], то в Европе с ее ограниченными лесными запасами производятся эксперименты по маркировке, не требующей вырубки деревьев [58, 60]. Однако сравнительно малое по отношению к отечественной практике количество публикаций, посвященное этому вопросу, можно, видимо, объяснить тем, что маркировка в лесу для большинства европейских стран не является столь важным вопросом, как это имеет место при маркировке в СССР.

Некоторые зарубежные работы посвящены исследованию влияния маркировки точек полевой подготовки на точность фотограмметрических работ.

Так, Брок [36] сравнил точность определения плановых фотограмметрических координат трех классов, из которых один представлял собой маркированные точки. Обработав на высокоточном стереокомпараторе один снимок масштаба 1 : 40 000, он сделал вывод, что маркированные контуры отождествляются точнее немаркированных.

В Норвегии [56] был выполнен эксперимент по определению точности фотограмметрических измерений в зависимости от размеров маркировочных знаков. Измерения производились на приборах фирмы «Вильд» — стереокомпараторе STK-1 и автографе А-5. Было установлено, что диаметр маркировочного знака должен составлять полтора диаметра измерительной марки прибора. При этом не выяснялась зависимость точности определения превышений точек от размеров маркировочных знаков.

Ошибки отождествления маркированных и немаркированных контуров на аэрофотоснимках, а также зависимость точности фотограмметрических измерений от размеров и формы маркировочных знаков изучались и в Советском Союзе [26, 28]. Эти вопросы еще нуждаются в дальнейшей разработке.

В Советском Союзе [20], Японии [63] и в других странах выполнялись работы по определению точности координат и высот маркированных точек в результате построения фототриангуляционных сетей. Некоторые сведения о сравнении точности фотограмметрических измерений с использованием маркированных и естественных контуров сообщает Финстервальдер [40].

В зарубежных работах основное внимание уделяется способам повышения точности плановых координат точек. Это объясняется тем, что при частном способе землевладения, большой плотности населения и высоких ценах на землю в капиталистических странах главной проблемой, стоящей перед зарубежными геодезистами, является высокоточное определение плановых координат многочисленных граничных знаков. При этом приобретение маркировочного материала, установка знаков на границах землепользования и охрана маркировочных знаков от уничтожения в большинстве случаев возлагается на самих землевладельцев.

Геодезистам Советского Союза, наряду с решением задачи повышения точности определения плановых координат, приходится, главным образом, изыскивать способы повышения точности определения превышений точек. Все расходы, связанные с маркировкой, входят в себестоимость картографической продукции. Несравнимы также объемы картографических работ, выполняемых в любой капиталистической стране и в СССР. Эти отличия обязательно должны учитываться при изучении зарубежного опыта маркировки.

Предпринимаются также попытки применить для испытаний маркировочных знаков инфракрасное и цветное фотографирование [34, 35].

Отмечается также применение маркировки при изысканиях дорог [54, 59]; при съемках ледников и фирновых полей [46]; при определении объемов выработки в открытых угольных карьерах [42]; для повышения точности фотограмметрического определения движения земной коры [65] и для других целей.

Таким образом, маркировка точек полевой подготовки находит широкое применение в Советском Союзе и за рубежом. Но, хотя накоплен уже значительный опыт, многие вопросы, связанные с маркировкой, особенно при крупномасштабных съемках, требуют еще своего решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванин А. Г. Маркировка точек съемочного обоснования в США. «Геодезия и картография», № 9, 1967.
2. Ванин А. Г. Результаты обобщения опыта маркировочных работ при стереотопографической съемке в масштабе 1:25 000. «Геодезия и картография», № 4, 1968.
3. Васильев Л. Н. Крупномасштабная аэрофотографическая съемка за границей. «Геодезия и картография», № 2, 1968.
4. Войновский В. М. Плано-высотная подготовка аэроснимков в условиях горной тайги. «Геодезия и картография», № 11, 1959.
5. Войновский В. М. Плано-высотная подготовка аэроснимков в лесных районах. «Геодезия и картография», № 1, 1961.
6. Зайцев Н. М. Маркировка опознаков в лесной местности. «Геодезия и картография», № 12, 1960.
7. Земцев А. С. Опыт маркировки опознаков в горно-таежном районе. «Геодезия и картография», № 11, 1960.
8. Каргашина В. А., Кириллова В. С., Наумова А. И. Анализ затрат труда и денежных средств при топографической съемке в масштабе 1:25 000 в горных районах. «Геодезия и картография», № 12, 1965.

9. Крумелис В. А. Особенности аэрофотосъемки застроенных территорий. «Геодезия и картография», № 7, 1965.
10. Крюгер М. С. Маркировка геодезических точек в открытых горных районах. «Геодезия и картография», № 11, 1965.
11. Мануйленко В. К. Некоторые вопросы маркировки опознаков. «Геодезия и картография», № 7, 1960.
12. Мануйленко В. К. Расчет размеров маркировочных знаков. «Геодезия и картография», № 12, 1963.
13. Мануйленко В. К. Маркировочный знак со сферической отражательной поверхностью. Бюллетень по рационализации ГУГК, № 46, М., 1962.
14. Манчев Л. С., Зафиров П. В., Киряков А. В. Опыт маркировки опознаков. «Геодезия и картография», № 10, 1961.
15. Назаров Н. Д. Радиогеодезический метод планового обоснования аэрофотографических съемок масштабов 1:25 000—1:100 000. Труды ЦНИИГАиК, вып. 151. Госгеолотехиздат, М., 1963.
16. Россинский М. К. Аппарат для маркировки опознаков. Бюллетень по рационализации ГУГК, № 77, «Недра», М., 1964.
17. Россинский М. К. Маркировка опознаков кашированной бумагой. Бюллетень по рационализации ГУГК, № 57, М., 1963.
18. Семенюк Б. А. О маркировке опознаков в лесных массивах. «Геодезия и картография», № 5, 1959.
19. Сизов П. П. Опыт маркировки в залесенной местности. «Геодезия и картография», № 12, 1960.
20. Соколова Н. А., Герценова К. Н., Ванин А. А. Результаты экспериментальных работ по построению фотограмметрических сетей на универсальных приборах. «Геодезия и картография», № 5, 1964.
21. Соколова Н. А. Вопросы маркировки точек по зарубежным данным. «Геодезия и картография», № 2, 1959.
22. Справочник по аэрофотосъемке, под редакцией В. М. Патона. М., 1934.
23. Субботин А. И. Из практики маркировочных работ. «Геодезия и картография», № 2, 1960.
24. Тимушев Г. Н. Расчет размеров маркировочных знаков при высоком растительном покрове. Межвед. респ. науч.-техн. сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 3. Изд-во Львовского ун-та, 1965.
25. Тимушев Г. Н. Опыт маркировки опознаков в лесу. «Геодезия и картография», № 11, 1966.
26. Тимушев Г. Н. Об ошибках отождествления различных контуров на аэрофотоснимках. Межвед. респ. науч.-техн. сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 5. Изд-во Львовского ун-та, 1966.
27. Тимушев Г. Н. О маркировке опознаков на склонах местности. Межвед. респ. науч.-техн. сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 5. Изд-во Львовского ун-та, 1966.
28. Тимушев Г. Н. Зависимость точности фотограмметрических измерений от размеров и форм маркировочных знаков. Межвед. респ. науч.-техн. сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 5. Изд-во Львовского ун-та, 1967.
29. Тимушев Г. Н. Опыт маркировки опознаков в обжитой местности. Межвед. респ. науч.-техн. сб. «Геодезия, картография и аэрофотосъемка», вып. 6. Изд-во Львовского ун-та, 1967.
30. Тищенко И. В. Об аэрофотосъемочных и фотограмметрических работах в Швейцарии. «Геодезия и картография», № 5, 1960.
31. Троицкий Б. В. Маркировка пунктов геодезической подготовки аэроснимков. «Геодезия и картография», № 9, 1958.
32. Финстервальдер Р. Фотограмметрия. Геодезиздат, М., 1959.
33. Шрейбер Н. В. Маркировка воздушными знаками. «Геодезия и картография», № 9, 1959.
34. Ackerl F. Die Zweckmäßige Abstimmung der Signalformen und farben auf den untergrund und das Aufnahmematerial. «Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden», 13, № 2, 1964.
35. Ackerl F., Neumaier K. Über die Signalisierung der Paßpunkte für Infrarotaufnahmen. «Photogrammetria», 16, № 1, 1959—1960.
36. Brock R. Photographic image identification errors and their effect on determination of tilt and resection. «Photogramm. Engng.», 27, № 2, 1961.
37. Brucklacher W. Luftphotogrammetrische Vermessung des Flurbereinigungsprojektes «Bergen». «Photogrammetria», 11, № 3, 1954—1955.
38. Buchholtz. Photogrammetrie. Berlin, 1954.
39. Eden J. An experimental with coordination of signalised points on 1:40000 scale photography. «Surv. Rev.», 18, № 135, 1965.
40. Finsterwalder R. Zur Höhengenaugigkeit photogrammetrischer Modelauswertungen. «Z. Vermessungswesen», 88, № 4, 1963.
41. Förstner R. Photogrammetrische Katastervermessung. «Z. Vermessungswesen», 78, № 12, 1953.

42. Galas B. Zastosowanie fotogrammetrie w górnictwie odkrytkowym węgla brunatnego w №RD. «Przegląd Geodesyjny», 37, № 7, 1965.
43. Gebauer A. Herstellung eines großmaßstablichen Kartenwerkes auf Luftbildgrund. «Vermessungstechnik», 16, № 5, 1966.
44. Halliday J. The vital Communications link—photoindification on horizontal control. «Photogramm. Engng.», № 5, 1963.
45. Harry H. Application de la photogrammetrie aux mensurations cadastrales et remaniements parcellaires. «Photogrammetria», № 4, 1955—1956.
46. Hauman D. Surveying glaciers on Axel Heiberg Island. «Canadian Surveyor», 17, № 2, 1963.
47. Hlawaty F., Stickler A. Signalisierungversuch. «Photogrammetria», № 4, 1955—1956.
48. Kasper H. Primena aerofotogrametrije zo potrebe Katastra. «Geod. list», № 1—2, 1955.
49. King J. Advantages of photogrammetry in cadastral surveying. «Surv. and Map.», № 2, 1962.
50. Kovács B. Die Technik der photogrammetrischen großmaßstablichen Kartenherstellung in Ungarn. «Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden», 13, № 2, 1964.
51. Landen D. Research on target design for photoidentification of control. «Geod. Surv. Profess. Paper», № 450—13, 1962.
52. Lehman G. Sammlung goshen. «Photogrammetria», 1188/1188a, 1959.
53. Mazzan G., Umadhay G., Jimener J. Philippine numerical photogrammetric cadastre. «Photogramm. Engng.», 30, № 2, 1964.
54. Möller Svan G. Överblick över den moderna internationella storskaliga fotogrammetrien. «Svensk landmåteritidskr.», № 1—2, 1958.
55. Oécu Kanaiti. Experimental study on air—photo signals. «J. Japan Soc. photogramm.», 3, № 4, 1964.
56. Overds Oddmund. Sommenheng mellom passpunktstorrelsene og instillingsfeil. «Norsk. tidskr. jordskifte og landmaling», 26, № 3, 1963.
57. Penew E., Karaiwanow K. Anwendung der Photogrammetrie bei der Kerstellung von Katasterplänen im Maßstab 1:1000. «Vermessungstechnik», 12, № 12, 1964.
58. Pflugbeil E., Lackner H. Forstphotogrammetrie mit modern Bildmaterial in Österreich. Bericht über das projekt grossau 1962. «Allgem. Forstzeitung», 74, № 9—10, 1963.
59. Pryor W. Highway engineering influence on aerial surveys. «Photogramm. Engng.», 30, № 2, 1964.
60. Rainer Blaschko. Der Korpalpenbildflug und die Zeitgemäße Herstellung von Forstkarten. «Allgem. Forstzeitung», 74, № 9—10, 1963.
61. Roos P. Signalisation — experiment «Gendringen», «Tijdschr. kadaster en landmeekunde», № 3, 1962.
62. Schwidofsky K. Grundriss der Photogrammetrie, 1950.
63. Suzuki T., Kakishita S., Mori K. Results of the precise aerial triangulation for the national large scale mapping project. «Bull. Geogr. Surv. Inst.», 9, № 1—2, 1964.
64. Van Zandt F. Sheep mountin cadastral survey. «Military Engineer», 53, № 353, 1961.
65. Woodcock L., Lampton B. Measurement of crustal movements by photogrammetric methods. «Photogramm. Engng.», № 6, 1964.

Работа поступила
17 сентября 1968 года.