

Блок-схема устройства (см. рис. 2) построена согласно алгоритмам (4) и (5). Оценку h и L производят следующим образом. На выходе из ФП формируются сигналы

$$U_{J_i}(t, L) = [J_0(t, L) / 2 + \Delta J(t, L)] k_{J \rightarrow U},$$

$$J_i(t, L) = J_{0i}(t) \exp(-\alpha L). \quad (6)$$

Эти сигналы проходят через полосовые фильтры 1, 2, усилители 3, 4, детекторы огибающей 5, 6, на выходе которых формируются сигналы постоянного тока. В сумматоре 7 выделяется разность сигналов

$$\Delta U_h(t, L) = k_{h \rightarrow U} \Delta h = [U_1(t, L) - U_2(t, L)]. \quad (7)$$

В сумматоре 8 выделяется сумма сигналов

$$U_J(t, L) = k_{J \rightarrow U} J(t, L) = [U_1(t, L) + U_2(t, L)]. \quad (8)$$

Сумматорный $U_J(t, L)$ и опорный U_{J_0} сигналы подаются на логарифматоры 9, 10 и сумматор 11, на выходе которого выделяется сигнал, пропорциональный L . С помощью масштабирующего делителя опорное значение затухания подается на умножитель 13, на выходе которого получают значение длины U_L : $L = k_i U_L$, которое высвечивается на индикаторе АЦП.

Разностный сигнал на выходе $SM7 \Delta U_h(t, L)$ поступает на нормирующий умножитель 18, на второй вход которого подается напряжение $U_L = k_i \exp(-\alpha L)$, сформированное функциональными преобразователями 14, 16 на основе алгоритмов (4) и (5). Выходной сигнал умножителя интегрируется и поступает на вход АЦП 17 с индикатором 21, на выходе которого получаем оценку

$$\Delta h(t, L) = \left[1/T \int_T \Delta U_h(t, L) k_\mu \exp(-U_\alpha U_L) dt \right] k_{U \rightarrow h}, \quad (9)$$

где k_μ , $k_{U \rightarrow h}$ — масштабирующие коэффициенты.

Предлагаемая блок-схема позволяет реализовать в одном устройстве высокоточную регистрацию нестворностей и изменение расстояний с требуемой точностью.

1. Астащенко Г. Г. Геодезические работы при эксплуатации крупнобаритного промышленного оборудования. М., 1986. 2. Ямбаев Х. К. Геодезический контроль прямолинейности и соосности в строительстве. М., 1986.

Статья поступила в редколлегию 10.04.88

УДК 528.72

Г. С. РАТУШНЯК

СОСТАВЛЕНИЕ ГИДРОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ КАРТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ

Картографический метод при геофизических исследованиях компонентов географической среды наряду с характеристикой пространственного размещения, сочетания и взаимосвязей картографируемого явления позволяет осуществлять оценку природных ресурсов и прогноз их изменения под воздействием антропогенных факторов [1]. Составляемые для этих целей тематические гидролого-климатические карты содержат сведения об условиях тепловлагообеспеченности исследуемого региона, которая количественно и качественно характеризуется температурой воздуха, радиационным балансом, осадками, стоком, испарением, влажностью почвы и другими необходимыми параметрами.

Существующие способы картографического изображения с помощью горизонталей не учитывают особенности пространственно-временной изменчивости явлений и общие закономерности их размещения в горных районах [1, 6]. Это обусловлено тем, что для гидролого-климатических явлений характерна не только широтная зональность, но и высотная поясность, которая бывает различной в зависимости от орорафического строения и экспозиции склонов. В результате невозможно достичь высокой точности картографического изображения природных явлений. В связи с этим необходимы разработка методики составления различных типов карт с использованием единой системы средств изображения элементов картографирования и принципов географо-гидролого-климатической интерполяции и экстраполяции для картографического освещения территорий с недостаточным количеством исходной информации.

Составление тематических карт природных явлений путем использования цифровой модели местности [3, 5] в соответствии с разработанной блок-схемой технологичности. Собранную гидролого-климатическую и топографо-геодезическую информацию систематизируют и анализируют с целью определения ее репрезентативности и создания банка исходных данных, формализуют топографо-геодезическую информацию и создают цифровую модель местности, которая представляет собой отображение в виде пространственных координат множества точек земной поверхности, объединенных в единую систему по опре-

деленным математическим законам. В зависимости от реализации цифровая модель местности имеет вид множества [2]

$$M = \{S, J_{mt}, J_{st}, J_{sm}\}; \quad (1)$$

$$M = \{S, J_{gm}, J_{sp}, J_{sm}\}. \quad (2)$$

Применительно к поставленной задаче компоненты цифровой модели местности, входящие в (1), (2), используют следу-

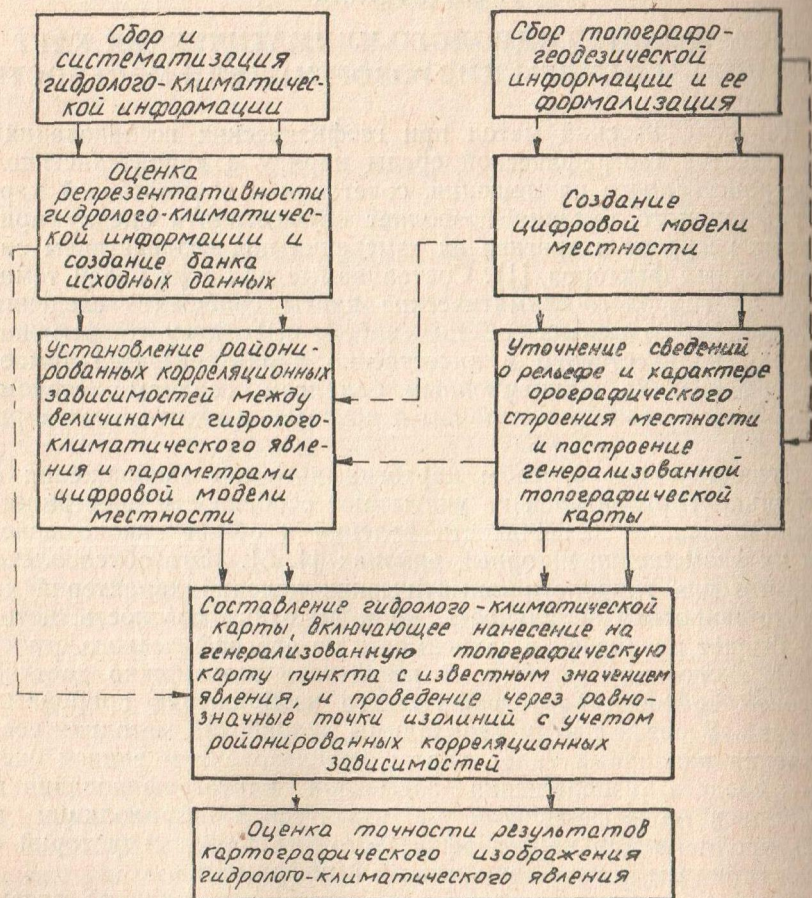


Рис. 1. Блок-схема технологического процесса составления гидролого-климатической карты:

→ направление процесса; --- направление потоков информации.

ющим образом. Служебная информация S характеризует степень абстрагирования и детализации рельефа и систему идентификации топографических элементов при построении генерализованной топографической карты. Семантическая информация J_{sm} отображает особенности геоморфологического строения рельефа, наиболее существенно влияющие на характер

пространственного распределения картографируемого гидролого-климатического явления. Структурная информация J_{st} , включающая синтаксическую J_{sn} и структурно-предметную J_{sp} информацию, отображает логико-пространственные связи топографических элементов местности. Метрическая информация J_{mt} в совокупности с геометрической J_{gm} характеризует высоту и широту пункта с известным значением картографируемого гидролого-климатического явления.

С помощью корреляционно-регрессионного анализа устанавливают районированные корреляционные закономерности между величинами гидролого-климатического явления и геометрическими параметрами цифровой модели местности, характеризующие пространственные характеристики изучаемого явления. В соответствии с технологическим процессом уточняют количественное и качественное содержание сведений о контурах и рельефе местности, а также о характере орографического строения района. По материалам цифровой модели местности строят генерализованную топографическую карту. Генерализацию рельефа местности осуществляют путем отбора и обобщения его характерных форм и исключения второстепенных деталей в зависимости от масштаба и назначения гидролого-климатических карт. Из всего многообразия форм рельефа выделяют самые существенные, которые наиболее полно отражают взаимосвязь картографируемого элемента с компонентами цифровой модели местности. С учетом установленных районированных корреляционных закономерностей на генерализованной топографической карте определяют точки, в которых гидролого-климатическое явление выражается наперед заданным числом. Через равнозначные точки проводят изолинии картографируемого параметра. С целью ускорения процесса построения карт корреляционно-регрессионный анализ и вычерчивание изолиний можно осуществлять с помощью ЭВМ с последующим визуальным анализом полученного картографического рисунка и его корректурой.

Точность картирования гидролого-климатических явлений с учетом цифровой модели местности определяется средней квадратической погрешностью положения изолиний:

$$m_{\text{и}} = \sqrt{m_{\text{т}}^2 + m_{\text{а}}^2 + m_{\text{ип}}^2}, \quad (3)$$

где $m_{\text{т}}$ — средняя квадратическая погрешность топографического обоснования [4]; $m_{\text{а}}$ — средняя квадратическая погрешность аппроксимации зависимости исследуемого явления от геометрических параметров цифровой модели местности; $m_{\text{ип}}$ — средняя квадратическая погрешность интерполирования и проведения горизонталей картографируемого явления.

Методика составления гидролого-климатических карт с использованием цифровой модели местности реализована на примере территории Забайкалья, представляющей значительный интерес в орографическом строении и в связи с ее интенсивным хозяйственным освоением в зоне Байкало-Амурской магистра-

ли. Между радиационным балансом подстилающей поверхности (R), характеризующим тепловые ресурсы рассматриваемого региона, и параметрами метрической информации цифровой модели местности установлена региональная зависимость

$$R = 5487 - 79,8\varphi - 0,29H \text{ МДж/м}^2 \cdot \text{год}, \quad (4)$$

где H — абсолютная высота местности, м; φ — широта местности, град.

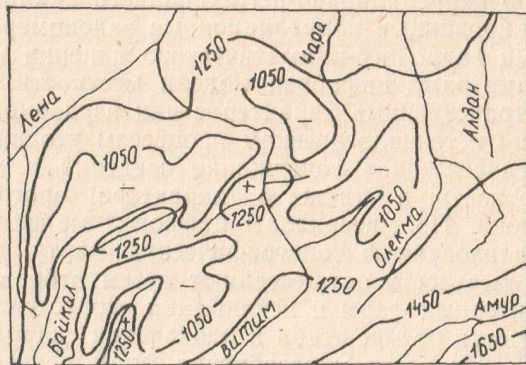


Рис. 2. Средний многолетний радиационный баланс в зоне западного участка Байкало-Амурской магистрали.

В (4) степень близости между радиационным балансом и метрической информацией цифровой модели местности характеризуется коэффициентом множественной корреляции 0,92. Частные коэффициенты корреляции между радиационным балансом и широтой равны 0,93, а между радиационным балансом и высотой местности 0,84, t — критерии Стьюдента составляют соответственно 8,49 и 5,04, средняя квадратическая погрешность 0,04.

Из анализа карты (рис. 2), построенной с использованием цифровой модели местности, видно, что значение среднего многолетнего радиационного баланса в зоне западного участка Байкало-Амурской магистрали изменяется от 1000 до 1600 МДж/м²·год. В связи со значительной меридиональной протяженностью и сложностью орографического строения рельефа значения радиационного баланса в межгорных котловинах северной части и южной высокогорной зоне достигают одинаковых среднегодовых величин. Минимальные значения радиационного баланса приурочены к высокогорным районам Станового нагорья. Сравнительно небольшие значения радиационного баланса на Витимском плоскогорье и Лено-Ангарском плато. Наибольшие значения радиационного баланса в Баргузинской, Муйско-Куандинской и других межгорных котловинах.

Сравнительная оценка точности результатов картографического изображения гидролого-климатических явлений с исполь-

зованием параметров цифровой модели местности свидетельствует, что точность пространственного распределения увеличивается более чем на 50%, в особенности для слабо изученных горных районов. Следовательно, также увеличивается достоверность геофизических исследований компонентов географической среды.

1. Берлянт А. М. Картографический метод исследования природных явлений. М., 1971. 2. Лисицкий Д. В. Цифровая модель местности // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1982. Вып. 35. С. 116—123. 3. Назаров А. С. Технологические аспекты эксплуатации цифровых типографических систем картографирования // Геодезия и картография. 1986. № 12. С. 26—31. 4. Неумывакин Ю. К. Практическое руководство по геодезии для архитектурной службы района. М., 1979. 5. Ратушняк Г. С. Картирование стока в зоне БАМ с использованием цифровой модели местности // Вопросы мелиорации и сельского строительства на Дальнем Востоке. Уссурийск, 1984. С. 46—47. 6. Салищев К. А. Картография. М., 1982.

Статья поступила в редколлегию 22.04.88

УДК 528.9

С. Б. ХВЕДЧЕНЯ

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОХРАНЫ ПОДЗЕМНЫХ ПАМЯТНИКОВ ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ

На территории СССР находятся свыше 200 тыс. памятников истории, архитектуры и археологии. Важное место среди них занимают подземные — пещерные лабиринты Славяногорского заповедника, пещерные монастыри и целые подземные города Крыма и Кавказа: Мангул, Чуфут-Кале, пещеры Гареджи и многие другие. Только в районе Киева обнаружено около 50 пещер, в том числе и уникальные Ближние и Дальние пещеры Киево-Печерского заповедника, созданные в XI веке.

Освоение новых и реконструкция старых территорий приводят к разрушению природной среды, что влечет за собой изменения геометрических параметров подземных памятников истории. В этой связи возникает необходимость разработки комплекса мероприятий по их сохранению в условиях отрицательного влияния техногенных факторов [3]. Учитывая современный уровень развития картографической науки, можно применять картографический метод исследования в общем комплексе охраны подземных памятников истории и культуры.

Картографический метод исследования способствует получению необходимой качественной и количественной информации. Выводы и результаты картографического исследования значительно расширяют наши представления как об эволюции