

ОФОРМЛЕНИЕ ОРИГИНАЛА РЕЛЬЕФА

А.И. Алчинов (ИПУ РАН)

В 1972 г. окончил Ленинградское военно-топографическое училище, в 1982 г. — геодезический факультет Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева. В настоящее время — заведующий 22-й лабораторией Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, президент Группы компаний «Талка». Доктор технических наук, профессор. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.

В.Б. Кекелидзе (НПФ «Талка-ТДВ»)

В 1997 г. окончил Московский колледж геодезии и картографии по специальности «аэрофотогеодезист», в 2000 г. — горный факультет Московского открытого университета по специальности «горный инженер-маркшейдер». С 2000 г. по настоящее время — младший научный сотрудник 22-й лаборатории ИПУ РАН. С 2002 г. — заместитель генерального директора НПФ «Талка-ТДВ».

А.В. Иванов (НПФ «Талка-ТДВ»)

В 1979 г. окончил механико-математический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности «математика». С 1983 г. работал на Рязанском производственно-техническом предприятии. С 2001 г. по настоящее время — программист НПФ «Талка-ТДВ».

В.В. Костин («Талка-ГИС»)

В 1998 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик». В настоящее время — старший научный сотрудник Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, руководитель отдела программирования ООО «Талка-ГИС». Кандидат физико-математических наук.

Описание рельефа в виде горизонталей, пикетов, урезов воды называется оригиналом рельефа. Создание оригинала рельефа по различным данным в программном комплексе «Талка ЦФС» рассмотрено в предыдущих статьях журнала (см. № 3-2005, 1-2007 и 6-2007). В данной статье рассказывается об оформлении созданного оригинала рельефа: расстановке надписей к его элементам и бергштрихов. В «Талка ЦФС» присутствует полный набор автоматических средств оформления оригинала рельефа (рис. 1). В большинстве случаев результаты автоматической обработки бывают вполне приемлемыми, поскольку отработаны на обширном практическом материале, но при необходимости их можно подкорректировать с

помощью удобных средств ручного редактирования.

Автоматические средства представлены в виде задач карты. Задачи оформления могут быть собраны в пакет и запущены одной кнопкой. Пакет задач — это выбранный пользователем набор задач с установленными им параметрами, исполняемых как единое целое. Задачи пакета будут выполняться одна за другой, и могут обрабатывать сразу несколько карт, включенных в проект.

Задача «Создать подписи к горизонталям» расставляет подписи ко всем выбранным горизонталям (можно, например, ограничиться лишь теми, высота которых кратна указанному, в том числе нецелому числу), в соответствии с картографическими требованиями на плот-

ность подписей, читаемость и «красоту» оформления. То есть, подписи ставятся в наиболее «гладких» местах горизонталей, по возможности равномерно, не «вверх ногами», и, не пересекаясь с остальными объектами, включенными в отображение (либо находясь от них не ближе, чем на указанное расстояние). Учитывается также «насыщенность» обстановки: в тех местах, где горизонталей идут редко, плотность подписей снижается, чтобы не загромождать карту. Направление подписей «наверх» относительно горизонталей (оно указывает возрастание высоты) может определяться автоматически, по заданному этим горизонталям рельефу, а может использовать направление самих горизонталей, если при построении

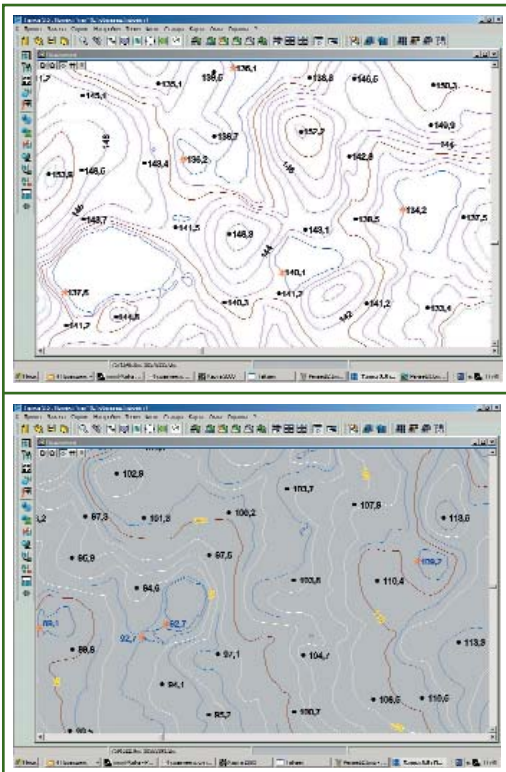


Рис. 1
Примеры оформления оригинала рельефа

оригинала рельефа они уже были «ориентированы» нужным образом.

Алгоритм задачи в общих чертах может быть описан так: обрабатываемая область делится сеткой на квадратные ячейки так, что, если в каждой ячейке будет поставлена ровно одна подпись, то количество подписей на квадратный дециметр карты будет близко к входному параметру. Далее ячейки упорядочиваются таким образом, чтобы не было геометрически близких соседних по порядку ячеек, и в этом порядке, последовательно, обрабатываются. Для каждой ячейки рассматриваются все горизонталы, ее пересекающие, и все варианты расположения подписей на них. Каждому варианту присваивается числовая оценка, описывающая «качество» расположения подписи. На оценку влияют: длина «ровного участка горизонталы» в этой точке, расстояние до соседних подписей (в том числе на той же горизон-

тали), «неперевёрнутость» подписей и т. д. После общего цикла, по всем ячейкам проводится дальнейшее уточнение, удаляющее, в частности, слишком густое расположение подписей в случае «редкого» набора горизонталей. Используемый алгоритм «отрегулирован» на значительном числе практических примеров.

Для ручной правки подписей горизонталей используется режим «Подписи к горизонталям». При работе в этом режиме курсор подводится к горизонтали, где должна быть подпись, и при нажатии клавиши «мышки» автоматически выставляется подпись. А если курсор подвести к области, где подпись уже была, при нажатии клавиши «мышки» эта подпись стирается. Таким образом, для добавления недостающей подписи или удаления лишней достаточно подвести курсор к ней и нажать клавишу «мышки».

Задача «Создать подписи к пикетам» применяется для расстановки подписей к отметкам высот и урезам воды. Место для подписи рядом с пикетом выбирается автоматически, в соответствии со стандартными картографическими требованиями. При этом можно выбирать такой режим, чтобы подпись не попадала на включенные для

отображения объекты (т. е. была бы к ним не ближе указанного расстояния) и другие создаваемые подписи (рис. 2). В последнем случае иногда возникают ситуации, когда из-за большого скопления объектов вокруг пикета невозможно поставить подпись, не пересекаясь с ними. В зависимости от пожелания пользователя, подпись может ставиться, «налезая» на объекты, или не ставиться вообще. Тогда найти и исправить такие ситуации помогает стандартный пакет задач «Пикеты без подписей».

Задача «Создать бергштрихи» применяется для расстановки бергштрихов на горизонталях с учетом нормативных требований. Места расстановки бергштрихов определяются автоматически, при этом находятся:

- минимальные замкнутые горизонталы (не охватывающие никакие другие горизонталы и соответствующие вершинам и впадинам рельефа);
- минимальные горизонталы, упирающиеся в рамку оригинала рельефа (не охватывающие вместе с рамкой никакие другие горизонталы и соответствующие максимумам и минимумам высот рельефа в окрестности рамки);
- отрезки горизонталей

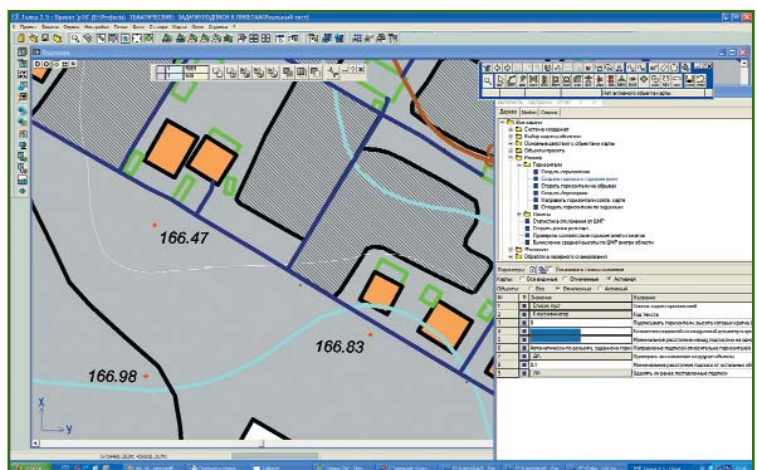


Рис. 2
Подписи к пикетам, не попадающие на объекты карты

вблизи седловин рельефа. На этих горизонталях находятся точки максимальной кривизны, причем эти точки отбираются с учетом минимального расстояния между бергштрихами одной и той же горизонтали, которое является параметром задачи. Далее, для всех полученных точек максимальной кривизны определяется направление ската рельефа и проводится бергштрих в этом направлении.

Для ручной правки бергштрихов применяется режим «Бергштрихи». Бергштрихи удобно расставлять, используя достаточно мелкий масштаб показа карты на дисплее, чтобы видеть картину рельефа в целом. При работе в этом режиме курсор располагают в окрестности заданной горизонтали, и при нажатии клавиши «мышки» он автоматически размещается в точке с максимальной кривизной горизонтали, а из найденной точки проводится бергштрих. Направление бергштриха также определяется автоматически, путем анализа картины горизонталей в окрестности точки, из которой должен быть проведен бергштрих. В том случае, если в окрестность курсора попадает более одной горизонтали, то автоматически происходит увеличение масштаба отображения карты вдвое, пока не будет однозначно определено, на какую горизонталь должен быть поставлен бергштрих.

Принципиальная новизна изложенной технологии оформления оригинала рельефа состоит в том, что она использует только информацию о горизонталях и пикетах, а не ЦМР. Применение ЦМР для определения направления горизонталей может привести к грубым ошибкам при нахождении направления ската на оригинале рельефа. Поясним это утверждение на примере ЦМР и оригинала рельефа. Для определенности предположим, что

масштаб оригинала рельефа равен 1:1000, т. е. при редактировании горизонталей каждую из них можно смещать на расстояние, составляющее 1/4 заложения рельефа, что соответствует требованию п. 20.4 «Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500». ГКИНП-02-033–79. На рис. 3 приведено трехмерное изображение поверхности рельефа в системе координат $Oxyz$, где x, y — плановые координаты, z — высота. На переднем плане штриховкой показано сечение рельефа вертикальной плоскостью Oxz . Предполагается, что возвышение точки M локального максимума высоты рельефа над сечением AC рельефа меньше 1/4 заложения рельефа. Здесь AB — исходная горизонталь, построенная по ЦМР, A_1B_1 — преобразованная горизонталь AB , полученная в результате правки горизонталей при построении оригинала рельефа. Кроме того, изображены горизонталь CD той же высоты, что и горизонталь AB , и две горизонтали EF и GH , имеющие меньшую высоту, чем горизонталь AB . В этом примере предполагается, что вблизи оси Ox горизонтали проходят параллельно оси Oy . Пунктирными линиями на заштрихованном сечении изображены уровни высоты, соответствующие заданной высоте сечения рельефа. Для горизонтали A_1B_1 , согласно ЦМР, направление ската совпадает с направлением оси x . В то же время на оригинале рельефа горизонтали A_1B_1 и CD лежат между горизонталями EF и GH , имеющими меньшую высоту. Отсюда следует, что на оригинале рельефа при движении от горизонтали EF к горизонтали A_1B_1 происходит повышение рельефа, т. е. согласно оригиналу рельефа направление ската совпадает с противоположным направлением оси x . Таким

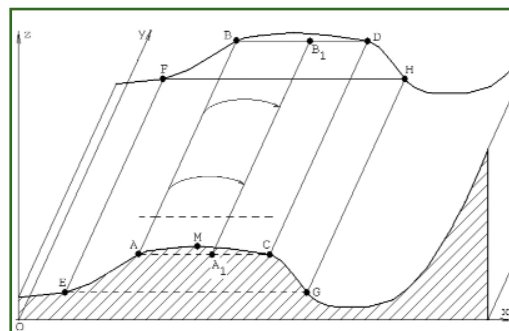


Рис. 3
Определение направления ската по ЦМР и по оригиналу рельефа

образом, направление ската, полученное по оригиналу рельефа, не совпадает с направлением ската, полученным по ЦМР.

В настоящее время Институтом проблем управления РАН подана заявка 2008101430 от 22 января 2008 г. на выдачу патента «Способ расстановки бергштрихов на оригинале рельефа, компьютерный способ распознавания на оригинале рельефа частей горизонталей, проходящих через области с малыми уклонами, и компьютерный способ распознавания минимальных контуров, составленных горизонталями и рамкой оригинала рельефа», и готовится к подаче заявка на выдачу патента на изобретение «Способ нанесения надписей горизонталей на оригинале рельефа и способ назначения положений маркировочных знаков протяженных линейных объектов заданного типа на графическом изображении».

RESUME

A description in detail is given for the automated and semi-automated placing of hachures as well as for annotating the contours while making the relief drawing appearance. This work has been fulfilled by specialists of the Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences and patent application has been prepared and submitted.