

# ПРОВЕРКА ПЛОТНОСТИ И НЕРЕГУЛЯРНОСТИ РАССТАНОВКИ ТОЧЕЧНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЦИФРОВЫХ КАРТАХ И ПЛАНАХ

**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.

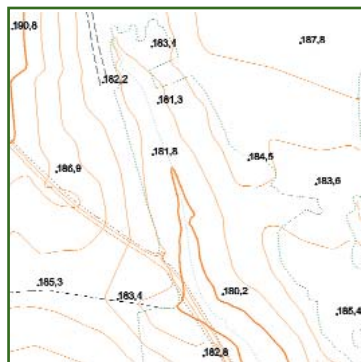
**В.Б. Кекелидзе** (НПФ «Талка-ТДВ»)

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».

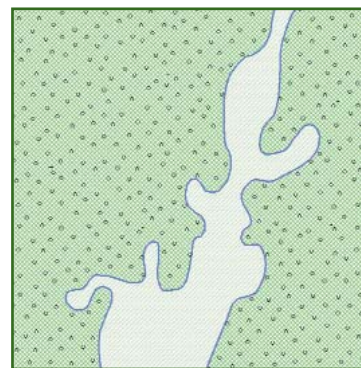
При создании цифровых карт и планов, используемых в современных геоинформационных проектах, часто возникает необходимость размещения на карте (плане) беспорядочно расположенных точечных объектов таким образом, чтобы их плотность находилась в заданном диапазоне допустимых значений. Примером является нанесение на карту высотных отметок (пикетов),



**Рис. 1**  
Рельеф местности с  
высотными отметками

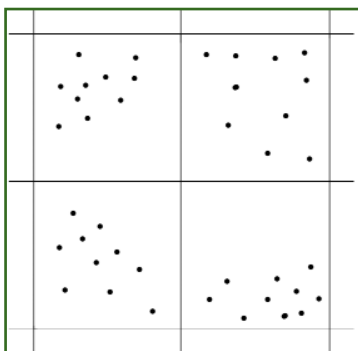
описывающих рельеф местности (рис. 1), или заполняющих условных знаков: лес, кустарники, поросль, гравийные и галечниковые поверхности и т. д. (рис. 2). При этом пикеты, с целью повышения «читаемости» рельефа местности, должны наноситься в характерных местах, а заполняющие условные знаки — нерегулярно. Причем правила нанесения этих объектов подчас являются плохо формализуемыми, в то время как общая плотность пикетов и заполняющих условных знаков на цифровой карте (плане) при ее отображении на экране компьютера или в виде бумажной копии должна находиться в заданном диапазоне.

Весьма трудоемким процессом при создании карт и планов является проверка допустимой плотности расстановки точечных объектов. Простейший способ определения недопустимой плотности этих объектов состоит в следующем: выбирают размер тестового



**Рис. 2**  
Отображение леса, заполняющего условными знаками

квадрата (обычно берется квадрат с размером сторон 1 дм в масштабе плана), разбивают площадь карты на квадраты данной величины, и подсчитывают количество точечных объектов в каждом из квадратов. Далее сравнивают полученные значения с заданными минимальным и максимальным допустимыми значениями числа точечных объектов на квадратный дециметр, и находят

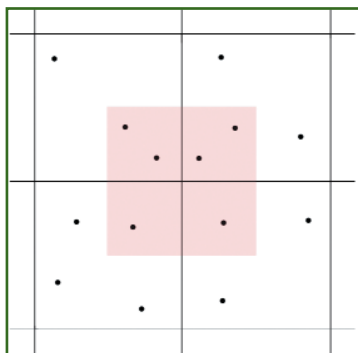


**Рис. 3**  
Пример недопустимой локализации точек при их допустимой плотности

те квадраты, в которых плотность точечных объектов принимает недопустимые значения. Недостаток этого способа состоит в том, что он не позволяет выявить неоднородность плотности точечных объектов на тестируемом участке карты. Например, в случае сильной неоднородности все точечные объекты могут быть локализованы в окрестностях центра квадрата, в то время как их количество будет удовлетворять требованиям минимальной и максимальной плотности объектов (рис. 3). Однако, если сдвинуть такой тестовый квадрат на половину его стороны, то плотность точечных объектов может оказаться либо нулевой, либо превысит допустимое значение.

Рассмотрим еще один пример, подтверждающий возможность пропуска недопустимой плотности точечных объектов при тестировании. На рис. 4 показан фрагмент плана местности размером 20x20 см, на котором отображены точечные объекты в тестовых квадратах размером 10x10 см. Если предположить, что минимальное и максимальное количество точечных объектов на 100 см<sup>2</sup> составляет 2 и 5, то в каждом из четырех тестовых квадратов должно содержаться соответственно 3, 4, 4 и 3 точечных объекта. При таком разбиении фрагмента плана на тестовые квадраты число точечных объектов удовлетворяет требованиям минимального и максимального числа. Однако, если те-

стовый квадрат сместить (квадрат розового цвета на рис. 4), то количество точечных объектов составит 6, что недопустимо. Приведенные примеры показывают, что простейший способ выявления недопустимой плотности точечных объектов не всегда является надежным. Становится ясно, что для выявления мест недопустимой плотности точечных объектов, кроме тестовых квадратов, применяемых в простейшем способе, необходимо использовать дополнительные тестовые квадраты, расположение которых должно зависеть от конфигурации точечных объектов.



**Рис. 4**  
Пример использования дополнительного тестового квадрата

Авторами разработан способ, позволяющий повысить надежность определения мест на цифровой карте или плане, в которых плотность точечных объектов принимает недопустимое значение (т. е. точечных объектов недостаточно или слишком много). Этот способ состоит в том, что для подсчета точек внутри тестовых квадратов используются все возможные положения тестового квадрата, при которых он проходит двумя смежными сторонами через два соответствующих точечных объекта, а также положения тестового квадрата, одна из вершин которого совпадает с каким-либо точечным объектом. Данный способ защищен патентом РФ № 2301448 (МПК G06M 11/00 от 20.06.2007). В программном комплексе «ЦФС Талка» этот способ реализован в виде задачи поиска

ошибок «Недопустимая плотность точек». При этом используется достаточно сложный алгоритм перебора объектов, позволяющий обрабатывать до нескольких сотен тысяч точечных объектов.

Кроме того, разработан способ нанесения точечных объектов на цифровую карту (план) с заданной плотностью. Он состоит в том, что после нанесения точечных объектов на карту осуществляют контроль их допустимой плотности с помощью вышеописанного способа, после чего в тех местах, где плотность точечных объектов принимает недопустимые значения, удаляют лишние точечные объекты или добавляют недостающие. Далее этот процесс повторяют до тех пор, пока не будет получена допустимая плотность точечных объектов. Этот способ также защищен патентом РФ № 2301452 (МПК G06T 17/50 от 20.06.2007). При этом пользователи «ЦФС Талка» имеют возможность добавлять к программному обеспечению собственные динамические подключаемые библиотеки (Dynamic Link Libraries — DLL), реализующие алгоритмы нанесения точечных объектов с учетом специфики решаемых задач. Для этого в «ЦФС Талка» имеются средства подключения внешних DLL.

Группа компаний «Талка» заинтересована в продаже лицензий на право использования вышеуказанных изобретений и получении заказов на разработку программных средств автоматизации расстановки точечных объектов с заданной плотностью с учетом дополнительных требований заказчиков.

**RESUME**

The article describes a technique of allocating point objects chaotically spaced on a map to meet the requirement for their density within the given range. This technique is protected by the Russian Federation patent No. 2301452 and implemented in the TsFS Talka software as a task of searching errors called «Inadmissible point density».