



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2016/0591.1

(22) 01.07.2016

(45) 25.06.2018, бюл. №23

(72) Курманкожаев Азимхан; Ержанқызы Айнур; Сыздыкова Гульдана Даулетовна; Курманкожаева Айхын Азимхановна

(73) Некоммерческое акционерное общество "Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева"

(56) RU 2548389 C1 20.04.2015

Сыздыкова Г.Д. Связи параметров статического распределения морфометрического признака и геометрических элементов расчленения рельефа // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Vienna: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. № 11-12. с.16-19, 2015

RU 2568274 C1 20.11.2015

US 2014/0207381 A1 24.07.2014

(54) СПОСОБ ОЦЕНКИ МЕСТНОСТИ ПО ГЕОИНДИКАТОРНЫМ СВОЙСТВАМ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

(57) Изобретение относится к области навигации и топопривязки объектов и предназначено для определения навигационно-геодезических параметров наземных подвижных объектов, включающий топографические признаки и навигационно-геодезические параметры, отличающийся тем, что достоверность и эффективность навигационно - геодезических параметров подвижных объектов обеспечивается путем квалитметрического картирования площади намеченной территории местности с помощью использования протяжённости модального значения и степени колеблемости высот рельефа в качестве геоиндикаторов оценки ее морфометрии, по которым определяется конечноэлементные узловые точки и полезные площадки, исходя из них

выбирают альтернативные варианты направления трассы подвижного объекта вдоль изогоризонталей, проводимой по модальным значениям высот рельефа с учетом параметров ее заложения, для определения модального значения используется совокупность высот рельефа или гистограмму эмпирического их распределения, показателей пространственной колеблемости (φ) с учетом высоты сечения (h) рельефа рекомендуется определять по формулам $h_j = h_{mo} \mp \gamma_j \left(\frac{M}{1000} \right)$,

$\gamma_j = \frac{1}{L_j} \sum_1^k |\Delta_j^{\pm}|$, где h_j , γ_j - размер высоты сечения и показатель пространственной колеблемости по j-му дифференцированному участку, знак «+» ставится для участков, где значение высоты ниже ($h_{mo} < h_j$) и «-» соответственно, где они выше ($h_{mo} > h_j$) модальной высоты (h_{mo}); k - количество наблюдений соответственно по j-ому участку; показатель пространственной колеблемости равен сумме первых последовательных соседних разностей значений высот, приходящей к единице их протяженности L_j . На топооснову прокладываются варианты направлений трасс, на который приходится минимум земельно-строительных работ и параметры заложения подвижных объектов, осуществляется масштабирование и генерализация изображенных данных топопривязки, калибровки выделенных типов поверхности, устанавливаются оптимальные направления трассы, определяют навигационногеодезические параметры, руководящие уклоны, оценивают землеустроительные работы. Повышаются эффективность и достоверность навигации и выбора направления трассы наземных подвижных объектов.

Изобретение «Способ оценки местности по геоиндикаторным свойствам морфометрических характеристик» относится к области навигации и топопривязки объектов.

Техническим результатом является повышение эффективности и точности заложения направления месторасположения трассы и точности навигационно – геодезических параметров линейных подвижных объектов.

Способ оценки местности по геоиндикаторным свойствам морфометрических характеристик включающий топографические показатели и навигационно-геодезические параметры, отличающийся тем, что эффективность навигационно – геодезических параметров наземных подвижных объектов обеспечивается путем создания квалиметризированной топоосновы местности, точность и графоаналитическая дифференциация, которые достигнуты путем использования геоиндикаторных свойств модальной характеристики и пространственной колеблемости высотного признака по которым общая площадь поверхности типологизируются на

отдельные участки с различными значениями указанных целевых геоиндикаторов морфометрии, на топооснову прокладываются возможные варианты направлений трасс и параметры заложения подвижных объектов, по полученному топографо-техническому комплексу, включающий масштабирование данных топопривязки, генериризации изображенных компонентов, калибровки выделенных типов поверхности по направлениям трассы подвижных объектов, устанавливают оптимальные направления трасс заложения, определяют навигационно - геодезические параметры, руководящие уклоны, оценивают землеустроительные работы, тем самым повышаются их эффективность и достоверность.

Изобретение предназначено для навигации промышленных транспортных средств, водотранспортных и других каналов, различных специальных маршрутов при планировании и проведении полевых исследований.

Известны ряд способов оценки местности, основанные на использовании тематических свойств и поверхностных данных для навигации транспортных средств и для повышения точности топографических карт.

Известно изобретение под названием «Улучшенный способ и система обработки информации карт для навигации промышленных транспортных средств» [патент РФ №2542932, G1 (2012.0C)], включающий разбиение информации карты, связанной с физической средой, содержащей

статические данные, представляющие объекты, которые не изменяются в физической среде и динамические детали, представляющие объекты, которые изменяются в физической среде, на множество сегментов карты, нахождение сегмента, который соответствует текущему местонахождению транспортного средства, и навигацию промышленного транспортного средства.

Однако в этом способе улучшение способа обработки информации карт осуществляется путем разбиения информации геометрических характеристиках карт, связанных с выбранными видимыми деталями по которым находится сегмент карты соответствующий местонахождению промышленных транспортных средств, без учета пространственно-статистических геоиндикаторных характеристик карт, в основном влияющих на точность месторасположения транспортных средств, приводит к неэффективным результатам.

Известен «Способ описания залежи» [Международный патент №201014Y953 МПК E21C41/00 (2010,06)], включающий получение информации о свойстве залежи для множества мест в среде блока, моделирование изменения свойства и вычисление параметров на основе теоремы Байеса путем использования этой информации.

Однако в этом способе описание залежи проводится без учета квалиметрических и точностных характеристик получаемой информации и использования теоремы Байеса дает только вероятностные результаты.

Известен «Способ трехмерного картографирования» [патент РФ №2562368С1 (2015,09)], техническим результатом которого является обеспечение отображения пространственной информации для построения топографических карт, и включающий сканирование заданного участка местности, определение по ним пространственных координат точек данных, получают точечную трехмерную модель местности по которым выбираются объект картографирования и определяются его границы.

Однако при использовании цифровой модели для построения топографических карт к выбору точек для определения их координат должны быть предварительно выявлены закономерности и другие особенности пространственно-статистического распространения главного морфометрического признака – высотного признака поверхности с помощью изогеометрических моделей, поскольку необоснованность волевого выбора координируемых точек как правило приводит к недопустимым ошибкам.

В части картографирования местности близким является известный способ «Оценивание поверхностных данных» [патент РФ №2549127, С2 (2011.11)] техническим результатом который является повышения точности модели географической местности, включающий формирование геодезических информации о градиентов поверхности, ограничивающих уравнений для кривых высоты поверхности, решение их относительно неизвестных высот и определение параметров кривой высоты поверхности

между парами точек данных, интерполирование и построение графика поверхности.

Однако способ повышения точности модели местности путем построения выбираемых ограничивающих уравнений для кривых высот поверхности между парами точек данных, определение параметров этих кривых посредством решения построенных уравнений по которым строят графиков поверхности местности без учета геоиндикаторных пространственно-статистических характеристик высот поверхности, заранее привержен к допущению накапливаемых систематических ошибок и ошибок обобщения (аналогии), как правило сопровождаемых при оценке поверхности с помощью аппроксимационных кривых.

Наиболее близким прототипом и аналогом по техническим результатам является известный способ «Способ оценки местности по тактическим свойствам»[патент РФ №2548389, С1 (2013.11)], техническим результатом который является увеличение адекватности принимаемых управленческих решений за счет повышения полноты учета информации и снижение времени принятия решений за счет использования необходимой информации в заранее подготовленном визуализировано- обобщенном виде, и включающий выбор участков по карте и группирование их в классы по близким морфометрическим характеристикам, характерам грунтов и растительному покрову, калибрование классов по стандартному типу тактических свойств (т.е. типом рельефа, степень пересеченности , условия

маскировки, и наблюдения, развитость дорог, населенность, проходимость), объединение области с одинаковыми тактическими свойствами и формирование итоговых карт для каждого вида тактических свойств.

Однако по визуализированному и обобщенному виду информации по местности, создаваемые группировки по индивидуально выбираемым морфометрическим грунтовым и растительным показателям и калибровки по стандартному типу тактических свойств местности без учета пространственных и статистических особенностей морфометрии топоповерхности по которым формируются итоговые карты, недостаточно для повышения полноты учета необходимой информации и точность использования их для составления карт сложнорельефной местности весьма низки. При этом многофакторность тактических свойств, выбор контролирующих факторов в качестве оценочных единиц, группировка местности без целевых геоиндикаторов приводит к повышению трудоемкости и неоднозначным решениям при выборе направлений подвижных объектов.

К основным недостаткам присущих к этим двум известным способом, является: 1) Не учитываемость влияния геоиндикаторных и информативных свойств морфометрических характеристик, на полноту и достоверность результатов оценки местности которое является весомым и определяющим; 2) Отсутствие аналитической оценки определения и использования пространственно – статистических закономерностей и других особенностей

распространения высот поверхности для оценивания поверхностных данных местности.

Технической задачей изобретения является снижение трудоемкости при малых объемах земельно-строительных работ, и повышения достоверности навигационно-геодезических параметров линейных подвижных объектов путем использования геоиндикаторных свойств морфометрических характеристик местности.

В отличие от общеизвестных тактических свойств местности (грунт, тип, растительность и т.д.) геоиндикаторные свойства морфометрической характеристики или признака местности включают уровень информативности, степень пространственной колеблемости, значимость и доминирующие роли в оценках, многофакторность и естественность связи его с другими показателями местности.

Техническим результатом является повышение эффективности заложения направления месторасположения трассы и точности навигационно-геодезических параметров линейных подвижных объектов.

Алгоритм решения технических задач навигации наземных подвижных объектов включают: процессы навигации путей и месторасположения линейных подвижных объектов, выбор эффективного направления трассы и определение размерных параметров заложения их по местности. Навигация подвижных объектов включает комплекс параметров месторасположения, размерные элементы и руководящие уклоны трасс заложения подвижных

объектов с учетом земельно-строительных объемов масс, осуществление их топопривязки и отображение на топоосновы местности.

Квалиметризация топоосновы данной местности проводится путем использования геоиндикаторов топокартирования протяженности модального значения и степени колеблемости высот рельефа, и включают проведение базовой изогоризонтали по модальным значениям высот рельефа, вдоль которой во всей площади прокладывают альтернативные направления трассы, далее путем использования расчетных значений колеблемости высот и исходя из проектных параметров заложения линейного сооружения устанавливают оптимальный вариант направления трассы линейного сооружения, осуществляются масштабирование и генерализация изображённых данных топопривязки, калибровка поверхности определяют навигационно-геодезические параметры, руководящие уклоны и оцениваются земельно-строительные работы. Повышается эффективность и достоверность навигации линейных подвижных объектов.

Повышение точности подсчета объемов подлежащие к выемке земельно-строительных работ является важным при выборе оптимальных направлений маршрутов и трасс, параметров их заложения в условиях сложнорельефной местности. Традиционные способы подсчета объемов и мощности вынимаемых земельных работ при проведении большемаршрутных транспортных средств, крупных водообеспечивающих и водотранспортных каналов, включающие широко распространенные среднеарифметические и

средневзвешенные способы, основаны на статистический подход к расчету размерных параметров объектов. В этих способах учитываются только численные значения показателя и не учитываются закономерности пространственной колеблемости оцениваемого показателя, что ведет к существенным ошибкам доходящих до 50% [Курманкожаев А. Методы оценки уровня качества и потерь руд. Монография, Наука, Алматы 1990г. – 200с.], и превышающих еще больше при наличии связи результативного показателя с другими. Рекомендуемый изометрический способ подсчета объемов земельных работ заключается в учитывании пространственной колеблемости высот земной поверхности путем использования составляемой топографической карты повышенной точности, представляемой пространством горизонталей изозет. Изотопографическая поверхность местности разделяются на отдельные участки исходя из наблюдаемого характера ее морфометрии. По ним с привлечением значений изозет отражающих изменений высот выемки определяются искомые объемы земельных работ. Учет значения модальной высоты при этом способе позволяют дополнительно использовать положительное свойство средневзвешенных расчетов среднего.

Технология повышения эффективности навигации и топопривязки наземных движимых объектов включает два этапа. Первый этап заключается в составлении топографической основы местности повышенной точности достигаемой путем использования квалиметрических свойств

высокоинформативных и геоиндикаторных характеристик распространения вершинных высот местности, по которым обеспечиваются полнота учета информации и пространственно-статистических особенностей характерных частей морфометрии местности. Для этой цели проводится морфометрическая дифференциация поверхности местности на три отдельные участки различной морфометрии: полоса вдоль модального горизонталя т.е. участки при котором высоты сконцентрировано около модального значения охватывающий полосу шириной равной двум расстояниям ($m = 2l_i$) между соседними съемочными наблюдениями (l_i) а также участки при котором высота меньше ($h_i < h_{m0}$) и соответственно больше ($h_i > h_{m0}$) модальной высоты, отдельно по ним определяются дифференцированные высоты сечения, степени пространственной колеблемости высот и месторасположения главных, рядовых, вспомогательных горизонталей, создается дифференцированная морфометрическая структура топоосновы, по которым обеспечиваются детальность, наглядность и реальность отображения поверхности местности на топографической основе. Второй этап заключается в формировании квалиметризованного топографо – технического комплекса навигации наземных подвижных объектов. При навигации наземных подвижных объектов состоящей из навигационно-геодезических компонентов нанесенных на подготовленную топооснову местности для случаев навигации промышленных транспортных средств содержатся возможные и

установленные оптимальные маршруты, размерные дорожные параметры и вызываемые ими объемы земельно-строительных работ, а при случаях навигации наземных водотранспортных и водообеспечивающих каналов – возможные и оптимальные направления трасс и месторасположения, нормативные и руководящие уклоны, регуляционные размерные параметры заложения канала и вызываемые ими объемы земельно-строительных масс.

Квлиметризация топографо-технического комплекса навигации включают масштабирование морфометрических данных поверхности включая признаков и площадей, генерирование дифференцированного пространства изображения компонентов комплекса и калибровки выделенных типов поверхности по отдельным направлениям и месторасположениям подвижных объектов, а также центрировку комплекса относительно ориентировку его по направлению движения объекта, а также процессов оценивания объемов и других параметров выемки земельных масс, создания руководящих уклонов для подвижного объекта.

Эффективность топопривязки наземных подвижных объектов достигаемой при дифференциации топоосновы местности на три отдельные участки различной морфометрии обеспечиваются за счет следующих геоиндикаторных свойств модальной характеристики и пространственной колеблемости высотного признака местности:

- 1) Для первой части местности сконцентрированной около модальной высоты присущи площадь занимающей около 50% всей площади местности

(обоснование приведено ниже), соответственно почти одинаковые значения высот и незначительная пространственная колеблемость высотного признака местности.

2) Для второй части местности сконцентрированной по значениям высот больше модальной высоты ($h_i > h_{m0}$) присущи незначительная площадь с большими значениями высот и высокой пространственной их колеблемости, соответственно большой объем при выемке земельных масс.

3) Для третьей части местности сконцентрированной по значениям высот меньших модальной высоты присущи наоборот малые площади и незначительные высоты, соответственно незначительные объемы выемки земельных масс.

На основе использования квалитетических особенностей дифференциации поверхности местности упрощается выбор маршрутов или направлений трассы подвижного объекта по основным критериям навигации: наименьший объем выемки земельных масс для создания руководящих уклонов, наименьшее расстояние трасс и наилучшая благоприятность пространственного расположения путей заложения подвижных объектов. При этом за счет положения высокой информативности (45-60%) приходящей к модальному значению высотного признака, т.е. к заложению транспортных полос прослеживающей вдоль главного горизонталя (модального) достигаются наименьший объем выемки земельно-строительных масс, а также минимальный уклон путей расположения и

заложения трассы подвижных объектов, тем самым обеспечивают благоприятные условия для выбора оптимального направления трассы путем регулирования пространственного расположения и маневрирования полосы заложения их по земной поверхности. Увеличение точности и информативной основы местности путем создания реального изображения пространственно- статистических особенностей поверхности земного участка на топооснове обеспечивают достоверность объемных и размерных параметров заложения, результатов планирования и проведения промышленных транспортных средств и водотранспортных транзитных и других каналов по земной поверхности, а также обеспечиваются снижение трудоемкости и время принятия технико-управленческих решений.

Сущность способа оценки местности применительно к составлению топоосновы повышенной точности заключается в обосновании эффективных размеров высоты сечения по установленным дифференцированным участкам морфометрического поля местности, различной морфометрии. Учтено, что поверхность местности как морфометрическое поле высот представляет собой поверхность топографического порядка, которая вскрываются только в определенных узлах со значениями разбросанного случайного характера по площади. Для выделения различных частей поля аналогично определению поверхностного тренда по морфометрическому полю вполне осмысленной и практически полезной является привлечение главных геоиндикаторных характеристик. Базовой основой дифференциации высоты сечения служит

концепция геометрического разделения морфометрического поля высот на отдельные структурные части, отличающихся по абсолютным значениям вершинных высот, выделяемых относительно общего модального их значения рассматриваемой поверхности. Дифференциация сводится к разделению ожидаемых размеров высоты сечения рельефа на три базовые уровневые значения: главный уровень вершинных высот, это уровень модальной высоты; второй уровень представляющий выделяемой части поля, на которых значения высоты сечения ниже модальной высоты; третий уровень представляющий выделяемой части поля, на которых значения высоты сечения выше модальной высоты. Этим самым выделяются три главные оптимизируемые размеры высоты сечения, геометризируемые через модального т.е., ниже модального и выше модального значения высот рельефа. Здесь модальная высота играет роль естественного структурного уровня параметра и выступает в качестве общего пространственно-статистического критерия разделяющий морфометрического поля на отдельные структурные части исходя из абсолютных значений вершинных высот и их колеблемости в пространстве местности. Эти устанавливаемые три дифференцированные части морфометрического поля служат структурными объектами, по которым устанавливаются соответственно дифференцированные значения высоты сечения рельефа местности.

Область дифференциации размера высоты сечения в пространстве морфометрического поля местности представлена в виде

$$\begin{cases} h_1 \in Q(h_{m0}), S_1 = h_{m0} \\ h_2 \in Q(h_i < h_{m0}), S_2 = \sum_{h_{min}}^{h_{m0}} h_2^i (1) \\ h_3 \in Q(h_i > h_{m0}), S_3 = \sum_{h_{m0}}^{h_{max}} h_3^i \end{cases}$$

где h_{m0}, h_{min}, h_{max} – модальное, минимальное и максимальное значения вершинных высот; h_1, h_2, h_3 - ожидаемые эффективные значения высоты сечения, устанавливаемых дифференцированно по трем выделяемым частям морфометрического поля местности; $Q(h_{m0}), Q(h_i < h_{m0}), Q(h_i > h_{m0})$ - геометрические области распространения вершинных высот для которых соответственно имеет место: $h_i \approx h_{m0}, h_i < h_{m0}, h_i > h_{m0}$; S_1, S_2, S_3 - сумма абсолютных значений вершинных высот соответственно по трем выделяемым частям морфометрического поля местности.

Установлен характер изменения значений h_{m0}, h_n, h_b в условиях:

- простых равнинных форм расчленения рельефа местности, включающие плоскоравнинные, ступенчатые, волнистые, увалистые, мелкохолмистые формы имеет место $h_n - h_{m0} \approx h_b - h_{m0}$;

- несложных холмистых форм расчленения рельефа местности, включающие различные по высоте холмов крупнохолмистые, среднехолмистые и мелкохолмистые виды $h_n - h_{m0} < 0, h_b - h_{m0} > 0$.

- горнистых форм расчленения рельефа местности, включающие высокогорные, среднегорные и низкогорные типы $h_n - h_{m0} < 0, h_b - h_{m0} > 0$.

• при случаях когда эмпирическому распределению высот рельефа присущи симметричная форма нормального типа $h_{mo} \approx h_{cp}$, а при случаях когда эмпирическому распределению высот присущи асимметричный тип распределения $h_{mo} < h_{cp}$.

Модельная оценка определения высоты сечения топоповерхности местности представлена в виде отдельных равенств, т.е.

$$\varphi(h) = f(h_{mo}, h_n, h_b), \quad \begin{cases} h_o = h_{mo} \\ h_n = h_{mo} - \gamma_n \left(\frac{M}{1000} \right) \\ h_b = h_{mo} + \gamma_b \left(\frac{M}{1000} \right) \end{cases} \quad (2)$$

где h_{mo} – модальное значение вершинных высот; γ_n, γ_b – коэффициенты учета колеблемости высоты сечения по двум частям, на которых значения вершинных высот соответственно ниже и выше модального значения, дол.ед.; M – знаменатель численного масштаба. Здесь, вершинными высотами подразумевается превышения конкретных точек по местности от горизонтальной плоскости нижнего дендуционного уровня; h_n – абсолютное значение искомой высоты сечения для участков морфометрического поля в пределах которые высоты рельефа не превышают модальной высоты ($h_n < h_{mo}$); h_b^i – абсолютное значение высоты сечения, для участков в пределе которые высоты превышают модальной высоты ($h_b > h_{mo}$).

Основные масштабообразующие параметры морфометрии поверхности местности, такие как масштаб, высота сечения, горизонтали, уклон, виды

сложность отличаются стандартообразующими свойствами при составлении топографических карт и планов. Из них в зависимости от специфики решаемых топогеодезических и картографических задач можно выделить отдельных морфометрических параметрических характеристик местности носящих геоиндикаторные свойства целевого назначения. При установлении морфометрических характеристик местности для которых присущи геоиндикаторные свойства использованы: теоретико-прикладная значимость собственно выбираемого морфометрического признака, отвечающей требованиям и условиям решаемой задачи; степень информативности используемой характеристики морфометрии местности в диапазоне статистическо-геометрического распределения ее значений по объекту; геометрические особенности пространственного колебания используемой характеристики морфометрии местности. Для оценивания местности в рамках задач навигации и топопривязки наземных движущих объектов используются высотный признак, которое колеблется по характерным точкам местности в различных пределах в зависимости от сложности земной поверхности. Высотный признак местности как известно является главным морфометрическим признаком отражающим динамику колебания и сложности морфометрии земной поверхности. По результатам оценки установлено, что отвечающим вышеприведенным трем критерийным требованиям при решении поставленных технических задач навигации и топопривязки наземных подвижных объектов, т.е. конкретно промышленных

транспортных средств и различных водотранспортных и водообеспечивающих каналов более естественными геоиндикаторными характеристиками выбраны модальная характеристика и характеристика пространственной колеблемости высотного признака местности.

Выбор моды признака в качестве основной геоиндикаторной характеристики для контурной дифференциации морфометрического поля осуществлен исходя из присущих ему естественных квалиметрических свойств. Мода является самым информативным значением признака, доля в общем множестве распределения вершинных высот которой составляет 45-60%. Результаты исследования показали, что распределения вершинных высот независимо от различной его сложности описывается крайне-асимметричными радиальными типами в виде показательного и вероятностно-структурного распределения [А.К.Курманкожаев, Е.С.Сарыбаев. Distribution model for the Extremely Asymmetric Types of Formation of Geo-Features Frequency Values. Electronic Journal of Geotechnical Engineering, USA, apr.22.2015; Курманкожаев А.,Сарыбаев Е, Специфические особенности распространения морфометрических признаков рельефа различной сложности. – Алматы: Вестник КазНТУ, №2.- 2013г. – с.39-44]. Расчет по данным их показал, что доля модального значения высоты в множестве его возможных значений колеблется в пределах 40-70%. В таких случаях редко встречаемые большие значения высот не имеет существенной роли при решении аналогичных задач картографии. Мода в меньшей степени

подвержена погрешностям, более устойчива в выборках с эксцессом, может быть определена при некоторых неопределенностях, сохраняет неизменчивость при преобразовании случайной величины. По ней формируется пересечение различных линейных структур, вокруг которые группируются главные значения частот определяющие характера распространения признака. Соотношение моды и среднего отражают вид и степень асимметрии развития геометрии вероятностных частот признака, что является важным параметрическим тестом, характеризующим заданную эмпирическую выборку. Модальных точек распределения, как точек переключения по сущности можно относить к природным структурным узлам, в которых происходят изменение функции, тренда кривых распределения: унимодальность, полимодальность, асимметричность предопределяются расположением модальных параметров. Мода функционально связана со всеми основными показателями распространения переменного, включая среднего, амплитудной колеблемости, медианы, асимметрии, эксцесса. Значения переменного часто используется в виде модифицированного через моды ($y = x_i - x_{mo}$) величины, например такой модифицированной вид переменного использованы в вероятностно-структурном распределении и распределении Пирсона [А.К.Курманкозхаев. Stochastic-structural Model of Mineral Resources Indication Distribution XXII. International Symposium APCOM 17-21.3.1990, Berlin, West-Germany, бс]. Зависимость между моды и амплитудой колеблемости весьма тесная

($\eta \geq 0,85 \div 0,90$) и описывается экспоненциальной функцией в виде $x_{mo} = a \exp(-\sigma_{\Delta})$ [А.К.Курманкозжаев. Stochastic-structural Model of Mineral Resources Indication Distribution XXII. International Symposium APCOM 17-21.3.1990, Berlin, West-Germany, 6с]. Свойства информативности и геоиндикаторности моды непосредственно использованы при решении ряд проблемных задач освоения георесурсов. Например при обосновании теории усреднении разнокачественных руд принята в качестве основного регуляционного показателя их технологического перемешивания [А.К.Курманкозжаев. Theory of regulation of stabilization of quality of oreproducts during production/Asia-Pacific Congress for Computational Mechanics (APCOM 2013) – Singapore, 11-14 December, 2013]., при разработке способов оценки сложности геоморфологического строения различных объектов георесурсов [Курманкожаев А., Нуржумин Е.К. Интегральная оценка сложности запасов георесурсов г.Астана РК, «Вестник Науки», КазАГУ, 2010, с.169-174], использованы совместно с амплитудной колеблемостью в качестве структура образующих параметров геолого-генетического механизма рассеивания признака, связывающим модели и инвариантных структур формообразования частот его распределения [Курманкожаев А., Сарыбаев Е, Специфические особенности распространения морфометрических признаков рельефа различной сложности. – Алматы: Вестник КазНТУ, №2.- 2013г. – с.39-44; А.К.Курманкозжаев. Stochastic-structural Model of Mineral Resources Indication

Distribution XXII. International Symposium APCOM 17-21.3.1990, Berlin, West-Germany, 6с]. Модальные значения определяются просто, как по отдельной поверхности, так и по общей поверхности по гистограмме или вариационному ряду, а также путем подсчета или визуально по наблюдаемым особенностям распределения высот рельефа по местности. Известны расчетные формулы зависимости между модой и среднеарифметической (\bar{x}), медианой (Me), размахом (d) и дисперсией (σ^2) [Ежов А.И. Выравнивание и вычисление рядов распределений. М., Госстатиздаат, 1961, 195с.]

Вторая геоиндикаторная характеристика, отвечающей вышеприведенным критерийным требованиям и условиям решения технических задач навигации и топопривязки представлена как характеристика пространственной колеблемости высот местности. Пространственная колеблемость высот рельефа является структурным показателем, отражающий особенности геометрии элементарных поверхностей местности через последовательные разности. Развитие теории оценки зависимых наблюдений связано с последовательными разностями и находит широкое применение на практике. Квадраты первых последовательных разностей использовались для оценки шероховатости шлифованного профиля Ю.В. Линником и А. П. Хусу [Линник Ю.В., Хусу Л.Ю., Некоторые соображения по поводу статистического анализа поверхностей шлифованного профиля. Взаимозаменяемость, точность и

метод измерения в машиностроении. – М.:Машгиз, 1958, С.65-69].Для оценки точности гипсометрического плана квадраты вторых последовательных разностей использованы Поповым Б. И. [Каморный В.М., Кощева А.И. Определение параметров и оценка точности и положения горизонталей при выполнении топографической съемки шельфа // Труды ЦНИИ геодезии, аэросъемки и картографии. 1981. № 277.С. Т22-28.]

Приведенные аналитические оценки показывают, что первые и вторые последовательные разности вполне целесообразным для использования их при оценке различных типов колеблемости признаков геометрического объекта, вполне раскрывает характер амплитудных колебаний, вскрытых по данным точек наблюдений. Именно, абсолютная сумма первых последовательных разностей по рельефному полю оценивает сумму вскрытых амплитуд колебаний и при этом с увеличением величины возрастает по линейному закону. Разработанная аналитическая оценка определения характеристики пространственной колеблемости отражает влияния колеблемости и степени геометрических неровностей (изгибов) рельефной поверхности на размер высот сечения рельефа. Эта оценка введена в общую структуру модели сечения в виде безразмерного параметра (γ), выражаемого через суммы последовательных разности высот оцениваемого в долях длины или площади рассматриваемого поля высот. Параметр γ отражает степени геометрической колеблемости вершинных высот местности и в виде численного коэффициента равен сумме первых

последовательных абсолютных разностей соседних значений вершинных высот, приходящей к единице их протяженности по изучаемому морфометрическому полю

$$\gamma_k = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n |\Delta'_i| \quad (3)$$

Соответственно для поверхности местности для которых вершинные высоты, ниже и выше значения модальной высоты, формула (3) принимает вид

$$\begin{cases} \gamma_H = \frac{1}{L_H} \sum_{i=1}^k |\Delta'_i| \\ \gamma_G = \frac{1}{L_G} \sum_{i=1}^{n-k} |\Delta'_i| \end{cases} \quad (4)$$

где $\gamma_H, \gamma_G, L_H, L_G$ - соответственно показатели отражающих геометрической колеблемости и средние параметризованные длины поверхности рельефа по частям при которых $h_i < h_{mo}$ и при которых $h_i > h_{mo}$; $\sum_{i=1}^{n-k} |\Delta''_i|$ - сумма абсолютных первых последовательных разностей высот рельефа по этим дифференцированным частям; $k, (n-k)$ числа первых разностей соответственно по поверхностям рельефа соответственно при котором $h_i < h_{mo}$ (k) и при котором $h_i > h_{mo}$ ($n-k$); n -общее число первых разностей. Показатель γ позволяет судить о наличии геометрической колеблемости, так как если амплитудное колебание высот рельефа совершенно случаен т.е. сигнализирует о наличии колеблемости, то значение показателя $\gamma \rightarrow max$, если наоборот, то $\gamma \rightarrow min$.

Вытекает вывод, что концепция использования модальной характеристики (h_{mo}) и амплитудной колеблемости размещения (γ) высот

рельефа в качестве главных пространственно-статистических параметров представляется прогрессивной и приемлемой для создания рациональной композиционной структуры аналитической оценки определения размерных параметров морфометрии местности.

Масштаб использованный в качестве исходной величины модели как регламентирующий параметр топографических карт занимает особое место в сфере топогеодезических работ, непосредственно влияет на задачи создания планового и высотного съемочного обоснования и оценки степени сложности местности. По масштабу в простых условиях местности определяются основные параметры и оцениваются природные, технические, экономические и другие факторы. Масштабы топографических планов и карт по настоящее время остаются стандартными, установленными действующими Инструкциями. Практика их применения показала, что эти стандартные размеры масштабов по сущности являются более рациональными и носит базовый характер для выбора масштабов топографических съемок и графических продуктов. Это объясняется в основном системно-информационной и интеграционной сущностью формирования и действия масштабов. Принято сперва выбирать высоту сечения поверхности, гарантирующую точность инженерных расчетов, а затем применительно к ней устанавливают масштаб съемки. Таким образом геоиндикаторными характеристиками высот являются модальное значение и амплитудная колеблемость высот местности, которые реально отражают

пространственно-статистические закономерности, присущих к морфометрии местности. Им присущи свойства: геоиндикаторная выделяемость, функциональная связь с основными морфометрическими признаками, высокая информативность и природная обусловленность закономерности расчленения поверхности местности.

Технология построения топоосновы местности повышенной точности включает 2 этапа проведения горизонталей. Первый этап является базовым отправным этапом, при котором осуществляется проведение главного горизонталя (изозета) по модальным значениям вершинных высот. Высокая информативность и потенциальная достоверность обнаружения, присущих к моде вершинных высот, позволяет горизонталя, проходящего через его значения принять в качестве главного горизонталя (изозета) изоповерхности. В этом случае классическое положение, что главные горизонталы должны проходить через высоты характерных точек, принимает более содержательное значение. Модальные значения вершинных высот соседних точек близких по отметкам для проведения главного горизонталя подлежат к усредненным. Для этой цели рекомендуют использовать простой способ скользящего площадного осреднения

Во втором этапе по установленным дифференцированном значении высоты сечения строятся рядовые и вспомогательные горизонталы по каждым отдельным разделенным участкам поверхности местности, на

которых значения вершинных высот ниже ($h_i < h_{m0}$) и выше своего модального значения ($h_i > h_{m0}$).

Пример: Расчет оптимальной высоты сечения изотоповерхности местности проведен по трем натурно-экспериментальных объектам.

Первый объект: геодезические данные которые использованы в качестве натурно-экспериментальных показателей – Жамбылский район, Жамбылская область РК, топографический план 1:500 масштаба. Этому объекту присущи равнинный тип рельефообразования местности, коэффициент вариации высот элементарных поверхностей рельефа не превышает и 40-42%, при среднем значений высот и элементарных поверхностей $h_{ce} = 6,2$ м и размах высот $d=28,2$ м. Фактические данные геодезических измерений по объекту: $M = 1:500$; $N=149$ ед.; $N_H = 52$ ед.; $N_e = 97$ ед.; $h_{m0} = 0,75$, $L'_{max}=100$ м; $S_i = \mu \cdot L_{max} = 0,64 \cdot 100 = 64$ м; $L_H = N_H \cdot S_i = 3328$ м; $L_B = N_H \cdot S_i = 6208$ м; $\sum_1^k \Delta' = 24,15$; $\sum_1^{n-k} |\Delta'| = 424,4$. Расчетный результаты по способу:

$\gamma_H = 0,007$, $\gamma_B = 0,068$, $\Delta h_{BC}^H = \gamma_H (N/1000) = 0,36$ м, $\Delta h_{BC}^B = \gamma_B (N/1000) = 0,40$ м, $h_{BC}^H = h_{m0} - \gamma_H (\frac{N}{1000}) = 0,39$ м, $h_{BC}^B = h_{m0} - \gamma_B (\frac{N}{1000}) = 0,25$ м. Установленные размеры высот сечения, по которым должны быть проведены: главный изогипс (горизонталь) по высоте сечения, которые ниже модальной высоты – $h_{BC} = h_{BC}^H = 0,39$ м, число изогипсов 3; текущие изогипсы по участкам поверхности рельефа, размеры высоты сечения которые выше модальной высоты – $h_{BC} = h_{BC}^B = 0,25$ м, число изогипсов – 16. Всего по изотопографическому плану будут проведены 20 изогипсов, в т.ч. 1 –

главный изогипс, 3 – изогипсы с высотой сечения ниже модальной высоты, 16 – изогипсы с высотой сечения выше модальной высоты.

Второй объект: Глубоковский район Восточно-Казахстанской области РК, топографический план масштаба 1:1000. Этому объекту присущи среднегорнистый тип рельефа образования местности, коэффициент вариации высот элементарных поверхности рельефа $v=63\%$ при среднем значении высот элементарных неровностей $H_{cp}=103,8$ м и амплитудном размере $d=376$ м. Расчет проведен аналогично. И использованные данные и полученные результаты: $M - 1:1000$, $N_{0B}=88$, $N_H=25$, $N_B=63$, $h_{m0}=0,75$, $l_{max}=150$ м, $l_H=2400$ м, $l_B=6048$ м, $\sum_1^k |\Delta'_H|=15,0$; $\sum_1^{n-k} |\Delta'_B|=229,2$, $\gamma_H=0,011$, $h_{BC}^H=0,45$ м, $h_{BC}^B=0,52$ м. Всего число изогипсов – 21 в т.ч.: по нижней части рельефа размеры высоты которые ниже модальной – 2 изогипсов с $h_{BC}^H=$, $h_{BC}^H=0,45$ м, по верхней части рельефа, размеры которые выше модальной высоты – 18 изогипсов (изозет) с $h_{BC}^B=$, $h_{BC}^B=0,52$ м, 1 – главный изогипс с высотой сечения $h_{BC}^H=$, h_{m0} . Третий объект: Жуалинский район, Жамбылская область РК, топографический план масштаба 1:2000.

$M - 1:2000$, $N_{0B}=92$, $N_H=17$, $N_B=75$, $l_{max}=2001$ м, $l_H=1360$ м, $l_B=6001$ м, $\sum_1^k |\Delta'_H|=8,5$; $\sum_1^{n-k} |\Delta'_B|=360,0$ м, $\gamma_H=0,006$, $\gamma_B=0,061$, $h_{BC}^B=1,2$ м, $h_{m0}=0,25$, $h_{BC}^H = h_{m0} = 0,25$ м, $h_{BC}^B = 1,2$. Всего число изогипсов – 20, в т.ч.: 1 – главный изогипс ($h_{BC}^H = h_{m0} = 0,25$ м), 1 – изогипс по нижней части рельефа высоты которые ниже модальной ($h_{BC}^{min} \leq 0,25$ м, соответственно $h_{BC}^H = h_{BC}^{min} =$

0,25 м), 18 – изогипсы по верхней части рельефа, высоты которые выше модальной ($h_{BC}^B = 1,2$ м).

По первому объекту топографический план является крупномасштабным, по категории рельефа местности равнинным, по второму объекту топографический план является мелкомасштабным, по категории местности – горнистым, по третьему объекту топографический план является среднемасштабным, по категории рельефа – среднехолмистым предгорьем. Соответственно, степень разнообразия и колебания вершинных высот элементарных поверхностей по этим объектам различные. Результаты расчета дифференцированных размеров высоты сечения по трем натурно-экспериментальным объектам сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета высот сечения рельефа по рекомендуемому способу для условия трех местностям различного масштаба и сложности.

п / п	Объекты и масштабы	Модальные значения, h_{mo} , м	Количество ниже и выше модальн. значения градиенто в сечения		Среднее расстояние м/у съем. пикетами, S_{0-1} , м	Максимальные длины линии, м		Сумма первых разностей		Коэффициент учета геометрии рельефа		Установленные высоты сечения рельефа		
			N_H	N_B		L_H	L_B	$\sum_1^n \Delta'_H$	$\sum_1^{ne} \Delta'_B$	γ_v	γ_B	h_{mo}	h_H	h_B
1	Равнинная (Жамбыл. район, Жамбылской обл.), М 1:500	0,75	52	97	64,0	3328	6208	24,15	425,4	6,007	0,070	0,75	0,36 $K_2=2$	0,40 $K_2=15$
2	Равнинно-холмистая (Глубоковский район, Восточно-Казахстанская обл.) М 1:1000	0,55	25	63	96,0	2400	6048	15,0	229,2	0,010	0,037	0,55	0,49 $K_2=2$	0,52 $K_2=19$

3	Мелкохолмистая (Жуалинский район, Жамбылская обл.) М 1:1000	0.26	17	75	80.0	1360	6000	8.5	360.0	0.006	0.06	0.30	0.27 $K_2=1$	13 $K_2=9$
---	--	------	----	----	------	------	------	-----	-------	-------	------	------	-----------------	---------------

Для сравнительной оценки дифференцированных размеров высоты сечения рельефа по трем натурно-экспериментальным местностям различного рельефообразования и масштаба полученных по способу с известными размерами высоты сечения для аналогичных объектов с тех же масштабов и уклонов установленных согласно действующей инструкции, с привлечением расчетных данных по ним составлена сводная таблица 2.

Таблица 2 – Сводные результаты расчета размеров высоты сечения по установленной табличной шкале и рекомендуемому способу

Рельеф с максимально преобладающими углами наклона	Масштаб съемки			Масштаб съемки		
	1:500	1:200 0	1:1000 (1:500)	1:500	1:2000	1:1000
	Установленные высоты сечения рельефа по инструкции, м			Расчетные высоты сечения рельефа по рекомендуемой методике, м (h_{m0}, h_H, h_B)		
Равнинный, с углами наклона до 2°	0,5	0,5 (1,0)	0,5	0,35; 0,40 (0,75)		0,55; 0,49; 0,52
Всхолмленный, с углами наклона до 4°	0,5	0,5 1,0	0,5			
Пересеченный, с углами наклона до 6°	0,5 1,0	2,0 (1,0)	0,5 1,0			0,49; 0,52 (0,55)
Горный и предгорный, с углами наклона более 6°	1,0	2,0 2,0	1,0		0,27; 1,3 (0,30)	

При составлении сводной таблицы 2 использованы расчетные результаты определения высоты сечения рельефа по рекомендуемому

способу (таблица 1) и размеры высоты сечения по табличной шкале установленных действующей инструкции [Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000. ГКИНП -02- 006-05 Агентства РК по управлению земельными ресурсами. Геодезическое, картографическое производства, нормы и правила. Астана. РК. 2005. 46 с.], для одних и тех же масштабов и уклонов наклона по однотипной местности. По данным таблицы 2 получены: размеры высоты сечения для равнинного типа рельефообразования с углами наклона до 2 при масштабе 1:500 сопоставимо близки, т.е. – 0,5, 0,35 и 0,40; для пересеченного всхолмленного типа рельефообразования с углами наклона до 6° при масштабе 1:1000 соразмерно близкие – 0,5; 1,0 и 0,49; 0,52 (0,55); для горнистого предгорного типа рельефообразования с углами наклона более 6° при масштабе 1:2000 также сопоставимы, т.е. – 1,0, 0,27 и 1,3. Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК) РК. [Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.– М.: Недра, 1982 (1973).-176 с. основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: Недра, 1970.-16 с.] для топографических карт крупных масштабов (1:5000 и далее) высоты сечения установлены 0,5 – 5,0 м, а также часто применяемые на картах высоты сечения рельефа 0,25 – 10,0 м.

Здесь пределы дифференцированных размеров высоты сечения рельефа подсчитанные по рекомендуемому способу не противоречит к этим обобщенным стандартным размерам высоты сечения.

Результаты сравнительного анализа оценки местности, и полученных дифференцированных размеров высоты сечения топоповерхности местности по трем натурно-экспериментальным местностям различного масштаба и сложности, позволяют сделать следующие выводы:

1) Обеспечение дифференциации высоты сечения по дискретно выделяемых участков земной поверхности осуществляется путем использования геоиндикаторных свойств модальной характеристики, включая высокоинформативности, несмещенности при оценке, естественной реальности существования в поле местности с учетом пространственной колеблемости высот и протяженности их рассеяния.

2) Диапазон установленных табличных по инструкции и рекомендуемых по способу расчетных размеров высоты сечения для местностей с однотипными рельефообразованиями, при одинаковом масштабе, не превышают сопоставимых пределов; дифференцированные размеры высоты сечения отличаются от установленных согласно инструкции в различных пределах и зависит от степени колеблемости вершинных высот рельефа. Величина высоты сечения не может быть равной одной постоянной величине; впервые получено аналитическое описание связи дифференциации

высоты сечения исходя из модальной высоты и пространной колеблемости его, на основе которой достигнута повышенная точность топоосновы.

3) К важным результатам полученных при сравнительной оценке способа следует относить следующие:

- достоверность расчетных размеров высоты сечения дифференцированных по рекомендуемому способу для изотопографических планов масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000 существенны, сопоставимость их с размерами высот сечения, установленных согласно инструкции и опыта картографических работ в сопоставимых пределах;

- точность, детальность и наглядность изотопографических карт и планов при использовании способа оценки местности по геоиндикаторным свойствам за счет оптимальной дифференциации поверхности местности, размеров высоты сечения и типов горизонталей топоосновы повышаются в несколько раз (1,5-1,7).

4) Аналитические оценки основных морфометрических параметров местности позволяют повысить эффективности не только навигации подвижных объектов, а также необходимы в ряде области техники, где используется информация о местности: при строительстве железных дорог, линий связи, при проектировании систем управления летательными аппаратами и в ряде других областей техники, а также служит основой при совместном использовании с цифровой моделью.

Оценка точности определения высоты сечения топоповерхности проведена исходя из вышеприведенной рекомендуемой аналитической оценке $h_{BC} = h_{m0} \pm \gamma \frac{N}{1000}$, представленный как функция переменных h_{m0} , γ , N и получена в виде:

$$M_{h\gamma N} = \sqrt{\left(\frac{df}{dh_{m0}}\right)^2 \cdot m_{h_{m0}}^2 + \left(\frac{df}{dN}\right)^2 \cdot m_N^2 + \left(\frac{df}{d\gamma}\right)^2 \cdot m_\gamma^2 + 2\left(\frac{df}{dh_{m0}}\right)\left(\frac{df}{dN}\right)z_{h_{m0} \cdot N} \cdot m_{h_{m0}} \cdot m_N + 2\left(\frac{df}{dN}\right)\left(\frac{df}{d\gamma}\right)z_{N \cdot \gamma} \cdot m_N \cdot m_\gamma} \quad (5)$$

Поскольку h_{m0} и N постоянные

$$M_{h\gamma N} = \sqrt{\left(\frac{df}{d\gamma}\right)^2 \cdot m_\gamma^2} = \frac{df}{d\gamma} m_\gamma^2 \quad (6)$$

Средняя квадратическая ошибка отдельно взятого переменного аргумента, определяемого по формуле $m_\gamma = \frac{1}{L} \sum_1^n |\Delta'|^2$, представленной как функция переменных L , и $\sum \Delta'$, равна

$$m_\gamma = \sqrt{\left(\frac{df}{dL}\right)^2 \cdot m_L^2 + \left(\frac{df}{\sum \Delta'}\right)^2 \cdot m_{\sum \Delta'}^2 + 2\left(\frac{df}{dL}\right)\left(\frac{df}{\sum \Delta'}\right)z_{L \cdot \sum \Delta'} \cdot m_L m_{\sum \Delta'}} \quad (7)$$

Здесь $\frac{df}{dL} = \frac{\sum \Delta'_i}{L^2}$, $\frac{df}{\sum \Delta'_i} = \frac{1}{L}$, отсюда имеем

$$m_\gamma = \sqrt{\frac{1}{L^2} \left(\frac{\sum \Delta'_i}{L}\right)^2 \cdot m_L^2 + \left(\frac{1}{L}\right)^2 \cdot m_{\sum \Delta'_i}^2 + 2\left(\frac{\sum \Delta'_i}{L^2}\right) \frac{1}{L} z_{L \cdot \sum \Delta'_i} \cdot m_L m_{\sum \Delta'_i}} =$$

$$\frac{\sum \Delta'_i}{L} \sqrt{\left(\frac{m_L}{L^2}\right)^2 + \left(\frac{m_{\sum \Delta'_i}}{\sum \Delta'_i}\right)^2 + 2\frac{1}{L} z_{L \cdot \sum \Delta'_i} \cdot m_L m_{\sum \Delta'_i}} \quad (8)$$

Относительная средняя квадратическая ошибка определения показателя колеблемости высот при преобразовании с учетом формул (5), (8) получена в виде

$$\theta = \sqrt{\theta_L^2 + \theta_{\Sigma \Delta'}^2 + 2 \frac{1}{L} z_{L_1 \cdot \Sigma \Delta'} \cdot m_L m_{\Sigma \Delta'_i}}, \quad 100\% \quad (9)$$

где θ – относительная ошибка определения высоты сечения рельефа, %; $z_{L_1 \cdot \Sigma \Delta'}$ – теснота корреляции переменных L и $\Sigma \Delta'$ дол.ед.; $m_L m_{\Sigma \Delta'_i}$ – среднеквадратические ошибки переменных L и $\Sigma \Delta'$.

Оценка формулы (9) показывает, что точность определения показателя колеблемости высот рельефа зависит от размеров ошибок подсчета переменных длины поверхности (m_L) и суммы первых разностей ($\Sigma \Delta'$) и тесноты их взаимосвязи $z_{L_1 \cdot \Sigma \Delta'}$. Ошибка определения длины поверхности по профилю m_L как линейная ошибка измерения незначительна, основная доля ошибок приходит на ошибку определения суммы разностей вершинных высот рельефа ($m_{\Sigma \Delta'}$). Известны статистические оценки и ограничения, связанные с точностью топоосновы местности. Величина сечения изогипсов (изолиний) на планах должна соответствовать колеблемости и изученности показателя, детальности его изображения, для минимального его значения рекомендована оценка в виде неравенства [Zeitschrift für Vermessungswesen. №12. 1953.] $\Delta h_{min} > 1,5 P_{ин}$. Здесь среднеквадратическая погрешность интерполирования при промежуточном характере выборки ($P_{ин}$)

[Zeitschrift für Vermessungswesen. №12. 1953] $P_{ин} = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta''^2}{6k}}$, где Δ'' – вторые

последовательные разности, вычисляемые по выборочным значениям показателя; k – число вторых разностей. Вилесов Г.И. [Вилесов Г.И., и др. Методика геометризации месторождений, М., Недра, 1973] допустив ошибку интерполирования равной случайной колеблемости (σ_c), формула погрешности определения высоты сечения представляет в виде $\sigma_h \approx \sqrt{2}\sigma_c$. Для определения случайной колеблемости может быть использована также эмпирическая формула $\sigma_c = \sigma/4$

Следует вывод, что главным фактором предопределяющий эффективной высоты сечения изопографической поверхности местности является достоверность получаемого результата; наиболее распространенными точностными характеристиками являются показатели среднеквадратической и случайной погрешностей; погрешности интерполирования и аналога, которые часть учитываются при использовании формул точности функции зависимых аргументов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ оценки местности по геоиндикаторным свойствам морфометрических характеристик включающий топографические признаки и навигационно-геодезические параметры *отличающийся* тем, что эффективность и точность навигационно - геодезических параметров подвижных сооружений обеспечиваются в основе квалиметризации топоосновы данной местности с привлечением в качестве геоиндикаторов топокартирования модального значения и площадной колеблемости высот рельефа, включающей последовательное проведение базовой

изогоризонталы по модальным значениям высот рельефа, вдоль которой во всей площади прокладываются альтернативные направления трассы, далее путем использования расчетных значений колеблемости высот и исходя из проектных параметров заложения подвижного объекта устанавливают оптимальный вариант направления его трассы, осуществляются масштабирование и генериризация изображённых данных топопривязки, калибровка поверхности по выбранному направлению трассы, определяют навигационно-геодезические параметры, руководящие уклоны и оцениваются земельно-строительные работы.