

УДК 528.45  
ББК 38.2  
М-74

*Трунов Иван Трофимович, доктор технических наук, профессор Ростовского государственного строительного университета;*

*Багмет Максим Евгеньевич, заведующий отдела гидропор НИИ;*

*Бариева Венера Рамазановна, кандидат технических наук, доцент Ростовского государственного строительного университета;*

*Осерская Мария Дмитриевна, старший преподаватель Ростовского государственного строительного университета;*

*Френкель Инна Владимировна, старший преподаватель Ростовского государственного строительного университета;*

*Родимцев Павел Геннадьевич, кандидат географических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет», e-mail: [rodimcev@rambler.ru](mailto:rodimcev@rambler.ru).*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТОВ ГОРНЫХ ПОРОД (ГРУНТОВ) ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ С ОБОСНОВАНИЕМ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ** (рецензирована)

*В статье рассматривается важная проблема рационального использования земельных ресурсов (городских территорий) с обоснованием автоматической комплексной оценки их качества, прочностных и энергетических свойств всех элементов (объектов) строительной отрасли, ее процессах (включая производство строительных материалов) и их экологических аспектов.*

*Ключевые слова: математическое моделирование, ГИС-технологии, рельеф, топографические поверхности, минералы, земляные массы, грунты, городские территории, прочностные характеристики.*

*Trunov Ivan Trophimovich, Doctor of Technical Sciences, professor of Rostov State University of Civil Engineering;*

*Bagmet Maxim Eugenjevich, head of the department of hydro tests of SRI;*

*Barieva Venera Ramazanovna, Candidate of Technical Sciences, associate professor of Rostov State University of Civil Engineering;*

*Oserkaya Maria Dmitrievna, senior lecturer of Rostov State University of Civil Engineering;*

*Frenkel Inna Vladimirovna, senior lecturer of Rostov State University of Civil Engineering;*

*Rodimtsev Pavel Gennadjevich, Candidate of Geography, associate professor of FSBEI HPE "Maikop State Technological University», e-mail: [rodimcev@rambler.ru](mailto:rodimcev@rambler.ru).*

### **MODELING OF INGREDIENTS OF ROCKS OF URBAN AREAS WITH JUSTIFICATION OF THEIR RATIONAL MANAGEMENT** (reviewed)

*The article deals with the problem of land management (urban areas) with justification of automatic comprehensive assessment of their quality, strength and power properties of all the elements (objects) of the construction industry, its processes (including construction materials) and environmental aspects.*

*Keywords: mathematical modeling, GIS technology, terrain, topographic surface, minerals, mass excavation, soil, urban areas, strength characteristics.*

Моделирование многочисленных ингредиентов горных пород городских территорий (рельефа земли, грунтов, их прочностных и энергетических свойств, показателей качества и экономической эффективности) на всех первых стадиях строительной отрасли с обоснование ГИС-технологий рационального использования земельных ресурсов является крупной народно-хозяйственной проблемой.

Основная идея при исследовании данной проблемы заключается в разработке математических моделей этих ингредиентов на основе реальных топографических функций рельефа земли и морфологии горных пород  $U_t = f(x,y,z,t)$ . На всех геодезических, маркшейдерских и геологических картах (планах) изображения рельефа производиться методом горизонталей, который является наиболее точным и наглядным. Эти виды рельефа можно изобразить векторами-градиентами. Их мерой являются величины углов  $\beta_i$ , образованных касательными к точкам к поверхности рельефа с их проекциями на горизонтальную плоскость. Совокупности  $V_i$  образуют функцию  $U_2 = f(x,y,z,t)$ .

Анализируя функции  $f(U_t)$  и  $f(U_2)$  констатируем, что совокупности уклонов  $V_i$  образуют

уклоны всей поверхности и ее различных участков  $B_k$ .

$$B_o = \sum_0^N B_T, B_T = \sum_0^K B_K, B_K = \sum_0^I B_I, B_o = \sum_0^I B_I.$$

Общий  $\beta_0$  и частные  $\beta, k, \beta_i$ - средние уклоны различных участков характеризуют пространственное положение соответственно общей  $l_0$  и частных  $lk, li$ ; выравнивающих линий (векторов), аналитическим выражением которых является уравнение  $M(l) = Z_o + \beta i (x_j - x_i)$ . Значение  $l_k, l_i$  образуют с топографической функцией  $Z(l)$  равновеликие и минимальные положительные  $S_n$  и отрицательные  $S_o$  площади. При изменении выравнивающих векторов  $l$  на величину  $\Delta l$  изменяются уклоны на величины  $\Delta\beta$  и среднеквадратичные значения  $\sigma$  отклонений отметок рельефа  $M(l)$  на  $\Delta\sigma$ . Поскольку  $\Delta l = \text{const} > 0$ , а  $\Delta\sigma \geq 0$  и изменяется по участкам неравномерно, т.о.  $\Delta\beta$  изменяется также неравномерно:

$$\Delta\beta = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta l_i}.$$

На основании этих условий установлено, что математической моделью форм рельефа является функция изменения их параметров:

$$\delta = \beta^2 l^n.$$

Поэтому вид изменения функции  $\sigma(l)$  (симметричное, несимметричное, возрастающее, затухающее) характеризует коэффициент  $d$ .

Функция  $\sigma(l)$  – интегральная, неубывающая, ее параметры непосредственно связаны с изменчивостью рельефа. Значения  $l$  являются общими и частными математическими ожиданиями отметок рельефа и характеризуют периоды его геометрических форм; значения  $\sigma$  амплитуды этих форм, и которые служат мерой их собственной изменчивости.

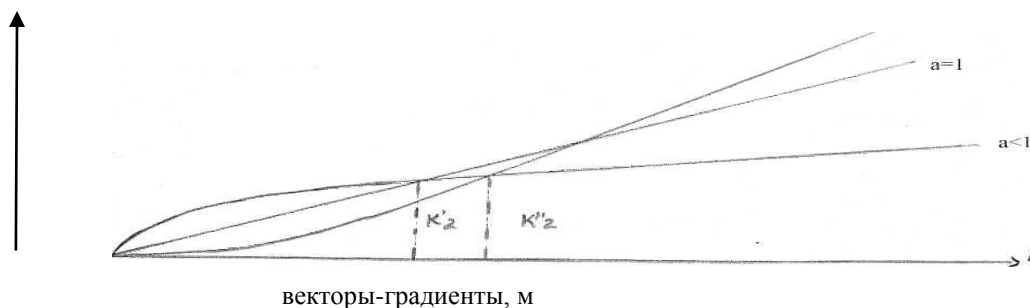


Рис. 1 – Интегральные функции изменения векторов

Дифференциальная функция  $f(l)$  характеризует площади  $S_n$  и  $S_o$ , их вид и структуру (рис. 2).  $f(l) = \delta f / \delta l = \beta \sigma i l = S_n = S_o i = \min$ . Взаимно перпендикулярные выравнивающие векторы образуют выравнивающую плоскость  $P$  (с уклонами  $B_x, B_y$  по осям  $X$  и  $Y$ ):

$$i(\mathcal{D}) = \begin{vmatrix} Z + B_x(X_i - X_j) \\ Z_o + B_x(Y_i - Y_j) \end{vmatrix},$$

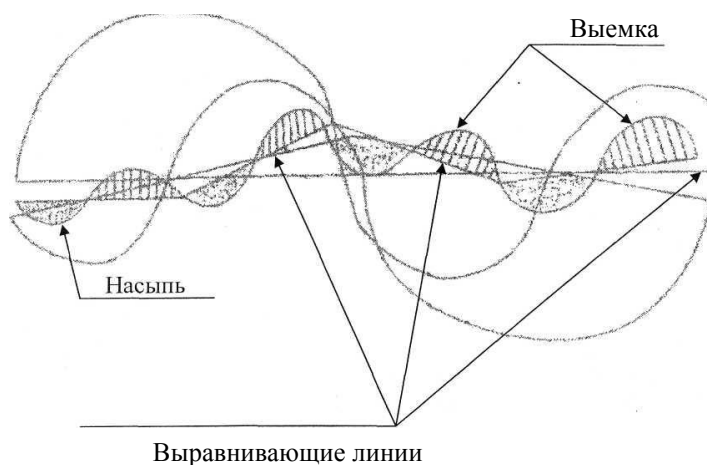


Рис. 2 – Структурная дифференциальная функция изменения векторов

Взаимосвязь  $\sigma_p$  с  $P$  аналогична функции  $f(l)$ , характеризует изменчивость форм рельефа относительно выравнивающих плоскостей. Дифференциальная функция  $G(P)$  служит мерой положительных  $D_n$  и отрицательных  $D_o$  объёмов, образованных различными значениями  $P_i$ , характеризует их структуру, изменчивость, закономерности изменения уклонов и средних величин  $Z$  в зависимости от параметров  $P$ :  $f(P) = \delta f / \delta p = n \sigma p = D_n = D_o = \min$ . При этом выполняется условие  $S_{ni} + S_{oi} = \min$ . Анализом установлено, что параметрами выравнивающих векторов  $l$ , являются общие  $Z_o$  и две частные средние  $Z'_x, Z''_x$ , а параметрами  $P$  – общая и четыре частные средние  $Z', Z''_x, Z'_y, Z''_y$ , расположенные по перпендикулярным осям  $X_i, Y_i$  в точках пересечения векторов  $l_i$  и  $l_{i-1}$  (в основном в их геометрических центрах) с выполнением условий:

$$\Delta Z'_j = \Delta Z''_j; \Delta Z'_k = \Delta Z''_k; \Delta Z'_i(x) = \Delta Z'_i(y); \Delta Z'_i(y) = \Delta Z''_i(y);$$

что позволяет контролировать расчет средних для каждого вектора  $l$  и каждой плоскости  $P$ .

Из свойств следует, что для определения выравнивающих линий и плоскостей достаточно создать регулярные цифровые модели рельефа (т.е. определить его отметки  $Z$ , с равными интервалами), весь участок территории разделить на частные участки первого порядка, второго порядка и т.д., рассчитать их средние (общие и частные) и уклоны (по линии падения и по осям  $X, Y$ ). Кроме того, параметром каждого уклона является коэффициент корреляции  $\rho$ . Причем величина изменения уклона  $\Delta l$  указывает на изменение корреляции между последующими  $l_{i+1}$  и предыдущими  $l_i$  векторами. Поскольку  $\rho_i$  изменяется с изменением  $l_i$  то между ними образуется корреляционная функция, имеющая вид:

$$\rho(l) = MZ(l_i) * Z(l_i + \Delta l_i),$$

где  $\rho(l)$  – первая производная от  $\sigma(l)$  и ее составная часть.

При  $\Delta l = \text{const}$  изменчивость  $\rho$  и  $b$  пропорциональна изменчивости  $\sigma$  и частным средним  $Z$ . Следовательно, параметр  $\sigma$  непосредственно связан с изменением корреляционных связей показателей  $Z(d)$  и их средних  $Z$ . При таком условии  $Z_i = Z_{i+1}$  и аппликаты профиля  $Z(d)$  описывают стационарный процесс, а при  $\Delta \sigma > 0$  и  $\Delta b > 0$  – нестационарные. Следует отметить, что эти процессы  $Z(l_p)$  непостоянные и взаимно переходящие с изменением  $z, l$  и последовательности размещения показателей сырья. Интегральная функция  $\sigma(l)$  является первой производной от структурной функции  $h(d)$  рельефа топоплана и второй от  $\rho(l)$ , которые применяются для решения различных задач и являются их составной частью.

Величина всякого выравнивающего вектора является математическим ожиданием  $Mz(d)$  участка топофункции  $z(d)$  и ее  $t_{ij}$ , –  $x$  отклонений, а  $\sigma$  – характеристикой закона распределения этих отклонений. Кроме того, совокупность этих отклонений обладает всеми свойствами статистических случайных величин. Причем в силу этих условий характеристики распределения  $t_{ij}$ , –  $x$  величин  $\sigma, \ell, \beta$  рассчитывают по их модулям по схеме:

$$F[\sigma_0 M_0 z(d)] = \sum F_i[\sigma_i M_i(d)], \\ F_i[\sigma_i M_i z(d)] = \sum F_{i+1}[\sigma_{i+1} M_{i+1}(d)].$$

Обычно вид модели и наличие связи её параметров устанавливается при помощи критериев суммы квадратов последовательных разностей, или путем проверки их корреляции. Однако эти критерии образуют лишь некоторые элементы геологического объекта и в ряде случаев могут быть неэффективными. Параметры и коэффициенты интегральной функции связаны с этими критериями, и каждый в отдельности также характеризует лишь различные показатели и элементы сложности ( $Mz(d)$  – частные и общие математические ожидания и периоды колебаний;  $a$  – величину амплитуд, их изменчивость и величины отклонений  $t$  кривой профиля  $z(d)$  от частных и общих средних;  $b$  – величины средних относительных углов и корреляцию показателей  $z$ ;  $d$  – вид зависимости между  $l$  и  $a$  и интенсивность изменения  $\sigma$  и  $b$ ), но в полной мере сложность размещения признаков характеризуют все параметры функции изменения векторов.

Необходимо отметить, что выравнивающие векторы (плоскости) являются сопряженными линиями регрессии топографических поверхностей и образуют с корреляционными функциями регрессивно-корреляционный метод оптимального решения многих производственно-экономических задач (в том числе и точности определения различных измерений).

Точность и плотность измерений (при геодезических, маркшейдерских, экологических и других видах работ) является важной проблемой при составлении топографических планов различного назначения и решения по ним производственно-экономических проблем. В настоящее время точность выполнения геодезических и маркшейдерских работ практически не зависит от погрешностей современных оптико-электронных тахеометров с объемом измерений до 500000 в секунду и

точностью измерения расстояний до 3 мм и углов до 2'' (Trimble GS 200). Ещё более современными являются тахеометры SOKKLI 030R с точностью измерения этих параметров в 2 раза выше. Необходимо отметить, что только при равномерном и симметричном размещении невоскритых форм топофункции её математическое ожидание реализации  $m(U) = M(U)$ . При несимметричном размещении невоскритых форм топофункций

$$m(U) - M(U) = \sum \Delta,$$

где  $\sum \Delta$  – сумма разностей положительных и отрицательных уклонов, последовательно убывающих частот колебаний форм поверхности земли (морфологии контактов грунтов).

При увеличении числа разрезов при  $d = \text{const}$  общая сумма уклонов  $\sum k$  по всем разрезам  $\sum \sum \Delta$  уменьшается по сравнению с  $\sum \Delta$ , так как  $\sum k$  увеличивается, а с повышением плотности измерений, когда не только  $k$ , но и  $d \rightarrow 0$  во всех случаях  $\sum \sum \Delta \rightarrow 0$  и  $b_n \rightarrow 0$ . Следовательно, в общем виде ошибка  $M_0$  определения средней линии и средних величин различных ингредиентов является функцией плотности цифровых моделей измеренных ингредиентов, изменчивости и взаимосвязи параметров  $b(L)$ . Из вышесказанного следует, что  $m_0 = f(k, l, P_p)$ . Поэтому

$$M_0 = \sqrt{m_k^2 + m_l^2 + m_a^2 + m_{np}^2 + m_{сл}^2 + m_{из}^2},$$

где  $m_k, m_l, m_a, m_{np}, m_{сл}, m_{из}$  – погрешности определения средних значений, зависящие соответственно от числа измеренных ингредиентов по участку земной поверхности, интервала между измеренными точками, несимметричности значений  $b_n$  по отношению к  $b_v$ , порядке размещения в пространстве измеренных ингредиентов, случайных их элементов и инструментальных погрешностей. Погрешности  $m_a, m_{np}$  обусловлены суммой разностей  $\sum \Delta$  положительных и отрицательных ингредиентов по отношению к выравнивающим плоскостям. Величину  $\sum \Delta$  можно выразить через  $d$  и  $b_n$ , а также по закономерностям распределения уклонов. По Пирсену:

$$\sum \Delta = \frac{1}{3} A_n b_n.$$

Таким образом, на ошибку  $M_0$  влияют только те параметры изменчивости, которые не вскрыты и не симметричны по отношению к вскрытым. Несимметричность изменяется с изменением размеров участков и интервалов между точками замера. Функцией всех этих факторов является ошибка  $M_0$  средних значений, различных ингредиентов и ошибка аналогии  $m_a$  реализаций, которые в общем виде можно выразить в виде формул:

$$M_0 = \sqrt{\frac{b_n^2}{k} + \left(\frac{1}{3} A_n b\right)^2 + \frac{b_{сл}^2}{k} + \frac{b_{из}^2}{k}},$$

где  $b_{сл}, b_{из}$  – среднеквадратические значения случайных величин и погрешностей измерения (таблица 1).

Таблица 1 - Зависимость ошибки средних величин измеренных ингредиентов грунтов (почв)

Число интервалов между точками замера (пробами)	Ассиметрия A	Расстояние между точками замера, м			
		12	25	50	100
		Среднеквадратическое отклонение			
		2,0	3,2	4,0	4,4
		Ошибка $M_0$			
Более 100	0,8	0,7	1,0	1,2	1,3
25-100	1,0	0,8	1,3	1,6	1,8
10-25	1,2	1,2	1,9	2,4	2,6
5-10	1,4	1,6	2,5	3,2	3,5
3-5	1,5	2,0	3,2	4,0	4,4
1-3	2,0	3,4	5,5	6,8	7,5

Ошибка аналогии в основном зависит от плотности выполненных измерений (то есть от интервалов между ними) и характеризует общую погрешность (искажение) графических и математических моделей (в том числе и закономерности размещения загрязнителей). Во взаимосвязи всех качественных ингредиентов (особенно непараметрических) характеризуют различные корреляционные функции (автокорреляционные, нормированные, сопряженные).

Автокорреляционные функции  $b(M)$  и нормированные автокорреляционные  $\gamma(M)$  определяется по формулам:

$$b(M) = \frac{1}{K-M} \sum_{i=1}^{K-M} [(Z_i - \bar{Z})] (\bar{Z}_i - \bar{Z}_2) (Z_{i+M} - \bar{Z}) = \frac{1}{(K-M) (\sum_{i=1}^{K-M} [(\Delta Z_i) (\Delta Z_{i+m})])}$$

$$r(M) = \sum_{i=1}^{K-M} \frac{(\Delta Z_i) (\Delta Z_{i+m})}{\sum [(\Delta Z_i)^2] [\sum (\Delta Z_{i+m})]}$$

Из выполненного анализа следует, что с повышением интервала коэффициент корреляции ( $\rho$ ) быстро уменьшается, из-за чего искажаются закономерности размещения показателей и увеличиваются погрешности определения средней величин. Эти функции также степенные и характеризуют изменения ошибок аналогии и средних величин:

$$m\alpha = \rho v (\Delta L); \quad \rho(L) = L\alpha(e)$$

Данные свойства функции изменения векторов (уклонов, корреляционных связей, средних значений, геометрических форм топоповерхностей связей, их статистических характеристик и т.д.) является основой для решения различных инженерных задач.

Из анализа следует, что при расчете всех средних значений необходимо учитывать: 1) геометричность форм топофункций; 2) изменчивость их отметок; 3) неравенство интервалов между ними; 4) их число; 5) различное расположение точек (с отметками) по отношению к контурам участков территорий; 6) влияние на  $Z$  очень больших  $Z_j$  значений; 7) закономерности распределения и размещения показателей топофункций. Непосредственная связь интегральной функции изменения уклонов (векторов, средних значений) с характером размещения показателей земель и свойства этой функции позволяют применить ее для оценки точности подсчета различных объемов, их средних значений, а также для решения и других инженерных задач. В настоящее время средние значения рассчитывают средневзвешенными, среднеарифметическими и приведенными методами. Наиболее простым методом является среднеарифметический, при котором последовательность размещения значений совершенно не учитываются. Из-за этого условия погрешность среднеарифметического метода  $mch \approx 30\%$  (таблица 2).

Поэтому и предложены значительные поправки к величинам  $Z_a$ , а также обоснования для применения других методов. Для снижения этой погрешности широко применяется методика расчета  $Z$  по приведенным отметкам. Однако эта методика лишь в незначительной степени снижает  $m_{cp}$ . Из свойств функций  $G(L)$  следует, что если значения  $Z$  топографической функции обладают статическими свойствами, то величина  $Z$  является эффективной оценкой среднего значения. Установлено, что в этом случае изменчивость показателей топофункции имеет вид стационарного процесса, и что  $Z$  эффективно при нормальном и равномерном распределениях значений показателей  $Z(d)$ .

Таблица 2 - Измерение средних величин показателей минеральных отходов (овалов) в зависимости от их числа и порядка размещения

№№ наименование ПП показателей	Показатели (мощности) топофункции отходов (отвалов) и порядок их размещения	Число показателей		Средняя арифмети- ческая величина	Средняя геометр и-ческая величин а	Откло- нение (погреш- ность)
		основ- ных	интер- поляци- онных			
1. Основные показатели (мощности) топофункции отходов	12355321	8	0	2,75	3,00	0,25
	12351235	8	0	2,75	2,73	-0,02
	53211235	8	0	2,75	2,43	-0,32
2. Основные и интерполяционные показатели отходов	11,522,5	8	7	2,87	3,00	0,13
		8	7	2,73	2,73	0,00
		8	7	2,60	2,43	-0,17
3. Вариант, в котором число интерполяционных увеличено в 3 раза	123553321	8	21	2,94	3,00	0,06
	123512235	8	21	2,73	2,73	0,00
	532112235	8	21	2,51	2,43	-0,08
4. По методике проф. Пашенкова В.З.				3,00	3,00	0,00
				2,73	2,73	
				2,43	2,43	0,00

Для симметричных изменений  $\Delta\delta$  и  $\Delta S$  несимметрично изменяются и плотности вероятностей закона распределения. В этом случае и значения  $Z$  и  $Z$  смещаются относительно  $Z_0$  и  $Z_0$ .

Влияние несимметричности геометрических форм  $A_n$  на среднеарифметические значения  $Z$  возможно ликвидировать, используя свойства законов распределения с левой асимметрией. Изменения с левой асимметрией аппроксимируются распределением Пуассона, биномиальным распределением и т.д. Для биномиального распределения:

$$M_z = N * p, \delta_z = (\llbracket N * p * q \rrbracket)^{\frac{1}{2}}, A = \frac{q-p}{\delta_z}$$

Вероятности  $p$  находим по формуле, а вероятность  $q=1-p$ . Для закона Пуассона

$$M_{(z)} = N * p, \delta_z = (\llbracket N * p \rrbracket)^{\frac{1}{2}}, A = \frac{1}{\delta_z},$$

где  $A, N$  – соответственно значения несимметричности форм рельефа земли и количество различных показателей. В этих законах  $A \rightarrow 0$  при  $N \rightarrow \infty$ . Причем число  $N$  возможно увеличить методом интерполирования (при помощи полиномов Ньютона, Лежандера, Чебышева).

Выполнить условие  $A \rightarrow 0$  и высокую плотность измерений (при  $d = 1-5$  м) возможно только современными полностью автоматическими тахеометрами типа SOKKLI OZOR. Такая плотность и точность необходимы для оценки средних значений не только функций  $f(e)$ ,  $S(e)$ , но и для эффективного решения комплекса инженерных задач (производства вертикальной планировки, комплексной оценки с улучшением качества почвогрунтов, автоматическое определение прочностных свойств горных пород и т.д.) с очень высоким экономическим эффектом. Для решения этих задач целесообразно создать цифровую модель рельефа местности функции  $M(P)$ .

На основе этой модели целесообразно установить параметры оформляющей плоскости вертикальной планировки участков городских территорий, её проектные уклоны (по разностям её, общей и частными средними отметок) с расчетами проектных отметок этих плоскостей.

После этого выписываем проектные отметки на план рядом с отметками рельефа, рассчитываем рабочие отметки  $h_p$  (выемок и насыпей)  $h_p = Z_n - Z_\phi$ , и составляем картограмму земляных работ в виде сетки квадратов со значениями  $h_p$ . По этой картограмме рассчитываем средние рабочие отметки выемок  $h_n$  и насыпей  $h_o$ , площади ( $S_n, S_o$ ) и объемы ( $V_n, V_o$ ) по их участкам (с выполнением контроля производственных расчетов). Предложенная методика позволяет рассчитать площади и объемы земляных масс аналитическим способом:

$$\begin{aligned} V_n &= S_n \times h_n; V_o = 0 \times \bar{h}_n; S_n + S_o = S_{об} = d^2 \times n; \\ \bar{h}_n &= \frac{\sum h_n \times g_i}{\sum g_i}; \bar{h}_o = \frac{\sum h_o \times g_i}{\sum g_i}; S_n = d^2 n \frac{\sum h_n g_i}{\sum h_n g_i + \sum h_o g_i}; S_o = d^2 n \frac{\sum h_o g_i}{\sum h_n g_i + \sum h_o g_i}, \end{aligned}$$

где  $S_{об}$  – общая площадь оформляющей плоскости,  $d, n$  – размер элементарных квадратов и их число.

Контроль выполняем по формулам:

$$V_n = V_o, V_n + V_o = \sum \sum V_{об} = S_{об}(h_n + h_o),$$

а так же по всем параметрам дифференциальной функции.

Н	70.87	70.81	70.88	70.79	70.84	70.90	70.89	70.81	70.78	70.88	71.02	71.14	71.21
	70.81	70.85	70.89	70.73	70.77	70.81	70.85	70.89	70.83	70.87	71.01	71.05	71.09
М	70.43	70.34	70.39	70.52	70.81	70.58	70.84	70.55	70.53	70.87	70.81	71.04	71.01
	70.42	70.48	70.50	70.54	70.58	70.62	70.66	70.70	70.74	70.78	70.82	70.86	70.90
Л	70.25	70.18	70.22	70.27	70.34	70.38	70.40	70.45	70.48	70.48	70.58	70.78	70.78
	70.24	70.28	70.32	70.38	70.40	70.44	70.48	70.52	70.56	70.60	70.64	70.68	70.72
К	70.15	70.10	70.13	70.18	70.25	70.30	70.35	70.38	70.34	70.32	70.38	70.75	70.70
	70.08	70.10	70.14	70.18	70.22	70.26	70.30	70.34	70.38	70.42	70.46	70.50	70.54
И	69.84	69.88	69.88	70.68	70.18	70.21	70.31	70.30	70.28	70.27	70.22	70.37	70.50
	69.87	69.91	69.85	69.99	70.03	70.07	70.11	70.15	70.19	70.23	70.27	70.31	70.35
З	69.93	69.78	69.81	69.90	70.01	70.03	70.05	70.08	70.10	70.09	70.08	70.15	70.31
	69.88	69.73	69.77	69.81	69.85	69.88	69.93	69.87	70.01	70.05	70.08	70.13	70.17
Ж	69.58	69.51	69.58	69.58	69.60	69.58	69.57	69.65	69.75	69.85	69.82	69.81	69.88
	69.51	69.55	69.59	69.63	69.67	69.71	69.75	69.79	69.83	69.87	69.91	69.95	69.99
Е	69.34	69.38	69.35	64.45	69.50	69.48	69.45	69.50	69.68	69.57	69.64	62.82	69.75
	69.28	69.33	69.37	69.41	69.49	69.53	69.57	69.61	69.65	69.69	69.73	69.77	69.81
Д	69.21	69.18	69.30	69.38	69.38	69.37	69.38	69.48	69.38	69.35	69.38	69.34	69.64
	69.15	69.19	69.23	69.27	69.31	69.35	69.39	69.43	69.47	69.51	69.55	69.59	69.63
Г	69.05	69.00	69.10	69.11	69.12	69.20	69.22	69.28	69.32	69.33	69.37	69.32	69.56
	68.98	68.99	69.04	69.08	69.12	69.18	69.20	69.24	69.28	69.32	69.36	69.40	69.44
В	68.89	68.81	68.88	68.88	68.88	68.98	69.20	69.25	69.31	69.30	69.30	69.28	69.42
	68.78	68.82	68.86	68.90	68.94	68.98	69.02	69.06	69.10	69.14	69.18	69.22	69.26
Б	68.82	68.78	68.21	68.80	68.80	68.86	68.88	69.07	69.15	69.20	69.29	62.28	69.38
	68.80	68.84	68.88	68.72	68.76	68.80	68.84	68.88	68.92	68.96	69.00	69.04	69.08
А	68.77	68.70	68.76	68.74	68.75	68.70	68.85	68.91	69.05	69.15	69.28	69.23	69.32
	68.41	68.45	68.49	68.53	68.57	68.61	68.65	68.69	68.73	68.77	68.81	68.85	68.89
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

70.87 в числителе - отметки рельефа земли,  
70.81 в знаменателе - проектные отметки оформляющей плоскости  
69.75 узловые проектные отметки

Рис. 3 – Проектирование наклонной оформляющей плоскости (с выполнением минимума объемов земляных масс)

Предложенные модели регрессивно-корреляционного метода позволяет более точно определить влияние различных ингредиентов на погрешности геодезических измерений, топографических карт (планов) и оптимальное решение различных инженерных задач по сравнению с широко известным методом наименьших квадратов (МНК). Следует отметить, что этот метод был разработан в начале 19 века выдающимся ученым К.Ф. Гауссом, когда измерения углов при топографических съемках производились с точностью  $\approx 3'$  и успешно применяемая в 20 веке, применением более совершенных неавтоматических теодолитов с  $t = 0,5'$  с ручной наводкой и глазомерными отчетами по лимбу. Еще в 70-х годах 20 века были установлены ряд недостатков МНК и в виде литентных его свойств были внесены поправки при различных расчетах [2]. Однако все вышеперечисленные погрешности ( $m_1, \dots, m_6$ ) не учитывались и не установлено их влияние на расчет средних  $\bar{Z}$  и выравнивающих векторов (линий регрессий).

В конце 20 века благодаря техническому прогрессу в геодезии произошла «бархатная революция» в связи с созданием автоматических оптико-электронных тахеометров с точностью измерения углов  $3''-5''$ , которые в начале 21 века превратились в сверхавтоматические (SOKKLI). Поэтому необходимо совершенствовать методы определения всех погрешностей у с решением по ним различных инженерных задач.

Полученные оформляющие плоскости целесообразно корректировать (с расчётом поправок в углы наклона  $i_0, i_x, i_n$ ) в соответствии с техническими условиями этих плоскостей (включая элементы инфраструктуры), качеством почвогрунтов городской территории, их загрязнения различными антропогенными объектами и природными процессами (засоление, опустынивание, переувлажнение и другие гипергенные воздействия), прочностными свойствами горных пород (на различной глубине промышленных и селитебных зон) с выполнением различных санитарно-гигиенических и экологических защитных устройств (в том числе от подтоплений и наводнений). Важное значение, при решении этих



проблем является эффективное решение вопроса развития садово-парковых зон, объектов озеленения и наилучших условий окружающей среды для проживающего населения.

Обоснованием для рационального использования вышеприведённых природных ресурсов являются высокие ГИС-технологии, созданные в соответствии с энергетическими (атомно-молекулярными) свойствами горных пород и почв. Известно, что кристаллические решётки химических элементов (минералов) характеризуют пространственное расположение атомов (ионов) в кристаллах минерального вещества. С физической точки зрения, прочность и упругость твёрдых тел – это результат взаимного расположения и взаимодействия различных частиц (молекул, атомов, ионов, электронов) химических элементов (минералов). Для кристаллических и их видов прочность предопределяется характером сил связи между атомами (ионами), величинами кристаллохимических радиусов; межатомных расстояний, их кристаллохимических свойств (двойное лучепреломление, поляризация света и т.д.), люминесцирование светопотока электронов (нейтронов, атомов) их рентгеновских и других лучей.

Под действием различных антропогенных нагрузок образуются упругие деформации, при которых увеличиваются межатомные расстояния (Ia), и снижаются силы атомных взаимодействий (Св), а затем восстанавливается их первоначальное состояние (после снижения нагрузок). В условиях, когда нагрузки не снижаются появляются пластические деформации (Пс), при которых снижаются прочностные свойства минерального вещества, происходят перегруппировки атомов, с увеличением межатомных расстояний и снижение сил их взаимосвязей. При таких условиях образуются разрушительные деформации.

В случаях, когда грунты загрязняются поллютантами и нуклидами, различными отходами, бытовым мусором и т.д., (что характерно для почв) ухудшаются не только их качества, но и прочностные свойства.

Модели этих ингредиентов [Fп (Пс, г, Ia, Св) I<sub>1</sub> (Кс, Лп, По, Дк) f<sub>2</sub> (П<sub>(э. и.)</sub>, P<sub>(г. р.)</sub>, Зг.) f<sub>3</sub> (Зэ, Зо, Пз, Зк, Зг)] являются составной частью регрессивно-корреляционного функционала (с анализом различных средних величин, погрешностей топофункций, оптимального решения инженерных задач при проектировании вертикальной планировки, защиты городских территорий от негативных природных антропогенных процессов и т.д.) и служат обоснованием для разработки сетоматических ГИС-тех-нологий комплексных оценок с улучшением (управлением) качества грунтов (почв) и окружающей среды. Важнейшее значение для решения этой крупнейшей проблемы являются кадастровые энергетические характеристики (диэлектрические проницаемости, заряды электронов, потенциалы ионов, строение и энергия кристаллических решеток, скорости упругих волн и т.д.) и лучевые взаимодействия с различными видами искусственных облучений. Каждый минерал излучает только присущие ему лучи и взаимодействует лишь с несколькими искусственными облучениями. Это условие и предопределяет вид и свойства ГИС-технологий для автоматической оценки земель и горных пород.

Вышеприведенные модели для создания САПР вертикальной планировки с непосредственной связью с качеством и энергетическими системами (атомно-молекулярными) проектируемого объекта. Такие ГИС позволяют получить очень высокий экономический эффект по всем критериям: общего дохода, ренты, приведенным затратам, показательных удельных капвложений, срока их окупаемости и т.д.

#### **Литература:**

1. Трунов И.Т., Багмет М.Е. Системы рационального природопользования и развития экономики недвижимости природных территорий: монография. М.: Высшая школа, 2009.
2. Болотин С.К. Латентные свойства метода наименьших квадратов и проблемы оптимального решения геодезических задач: автореф. ... д-ра техн. наук. Л., 1976.
3. Трунов И.Т., Багмет М.Е. Теоретические обоснования радиометрических ГИС комплексных оценок недвижимости и грунтов (на основе их атомно-молекулярной парадигмы) // Известия РГСУ. 2009. №13.

#### **References:**

1. Trunov I.T., Bagmet M.E. Environmental management systems and development of commercial property of natural areas: monograph. M.: High School. 2009.
2. Bolotin S.K. Latent properties of the method of least squares and the problem of optimal solutions of surveying problems: abstract of .... Doctor of Technical Sciences. L., 1976.
3. Trunov I.T., Bagmet M.E. Theoretical study of radiometric GIS integrated assessments of property and grounds (based on their atomic and molecular paradigm). Proceedings of RSICE, №13. 2009.