

УДК 625.7

Угненко Е.Б., д-р техн. наук

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Аннотация. В статье рассмотрен анализ и оценка технических характеристик геоинформационных систем при решении геодезических задач. При выборе наиболее подходящей ГИС для решения конкретной задачи необходимо выполнить оценку эффективности системы. В качестве критерия для оценки эффективности ГИС предлагается использовать критерий физико-технических свойств системы. Одной из важнейших характеристик ГИС являются свойства, описывающие качественные показатели системы, к числу которых относятся возможность системы к выполнению определенных системных и прикладных операций, а также ее эксплуатационные возможности.

Объект исследования – геоинформационные системы.

Цель работы – анализ и оценка технических характеристик геоинформационных систем.

Методы исследования – аналитический.

Ключевые слова: геоинформационные системы, оценка эффективности, качественные показатели системы, эксплуатационные возможности.

UDK 625.7

Ugненко Ye. B., Doctor of science

THE ANALYSIS AND ESTIMATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF GEOINFORMATION SYSTEMS AT THE DECISION OF GEODETIC PROBLEMS

Abstract. In article the analysis and an estimation of technical characteristics of geoinformation systems is considered at the decision of geodetic problems.. When choosing the most appropriate GIS to solve a particular problem it is advisable to carry out an assessment of the system efficiency. As a criterion for assessing the effectiveness of GIS it is proposed to use the criterion of the physical and technical properties of the system. One of the most important characteristics of GIS are the properties that describe the quality of system indicators, which include the possibility of the system to perform certain system and application operations, as well as its operational capabilities.

The object of study – geoinformation systems.

Purpose – analysis and estimation of technical characteristics of geoinformation systems..

Research methods – analytical.

Key words: geoinformation systems, efficiency estimation, system quality indicators, operational possibilities.

УДК 625.7

Угненко Е.Б., д-р техн. наук

АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ РІШЕННІ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Анотація. В статті розглянуто аналіз та оцінка технічних характеристик геоінформаційних систем (ГІС) при рішенні геодезичних задач. При виборі геоінформаційної системи для вирішення конкретної задачі необхідно виконати оцінку ефективності системи. В якості

критерія для оцінки ефективності ГІС пропонується використовувати критерій фізико-технічних характеристик системи. Головною характеристикою ГІС є якісні показники, до яких відноситься можливість системи до виконання загальних системних та прикладних операцій, а також її експлуатаційні можливості.

Об'єкт дослідження – геоінформаційні системи.

Мета роботи – аналіз та оцінка технічних характеристик геоінформаційних систем.

Методи дослідження – аналітичний.

Ключові слова: геоінформаційні системи, оцінка ефективності, якісні показники системи, експлуатаційні можливості.

Постановка проблеми

В настоящее время на рынке информационных технологий существует достаточно большое количество довольно дорогостоящих с широкими функциональными возможностями, таких как ARC/INFO, INTERGRAPH до сравнительно дешевых, но с более узким набором функциональных операций, например WINGIS, GEOGRAPH.

При выборе наиболее подходящей ГИС для решения конкретной задачи целесообразно выполнить оценку эффективности системы. В качестве критерия для оценки эффективности ГИС предлагается использовать критерий физико-технических свойств системы

$$Q = Q_{\text{ТКО}}^P \times Q_{\text{ПВИ}}^P \times Q_{\text{ПС}}^P \times Q_{\text{СФО}}^P \times Q_3^P \times Q_{\text{СТ}}^P, (1)$$

где $Q_{\text{ТКО}}$, $Q_{\text{ПВИ}}$, $Q_{\text{ПС}}$ – частичные критерии, определяющие такие физико-технические свойства системы, как точность определения координат точек объекта, полнота восприятия и представления исходной информации, производительность системы;

$Q_{\text{СФО}}$, Q_3 – критерии, служащие для оценки соответственно функциональных и эксплуатационных возможностей системы;

$Q_{\text{СТ}}$ – критерий, оценивающий стоимость системы;

$P_{\text{ТКО}}$, $P_{\text{ПВИ}}$, $P_{\text{ПС}}$, $P_{\text{СФО}}$, P_3 , $P_{\text{СТ}}$ – показатели, важности оцениваемого свойства системы. Они выбираются в пределах (0;1) и определяются как отношение весомости каждого отдельного совокупного свойства к максимальной весомости из всех рассматриваемых свойств системы.

Problem formulation

Currently on the market of information technology there is a fairly large amount of geoinformation systems (GIS) from the rather costly ones with lots of features such as

ARC/ INFO, INTERGRAPH to relatively cheap, but with a narrower set of functional operations, i. e. WINGIS, GEOGRAPH.

When choosing the most appropriate GIS to solve a particular problem it is advisable to carry out an assessment of the system efficiency. As a criterion for assessing the effectiveness of GIS it is proposed to use the criterion of the physical and technical properties of the system

$$Q = Q_{\text{APO}}^P \times Q_{\text{FIP}}^P \times Q_{\text{SP}}^P \times Q_{\text{SFO}}^P \times Q_E^P \times Q_{\text{SP}}^P (1)$$

where, Q_{APO} , Q_{FIP} , Q_{SP}^P – partial criteria for such physical and technical properties of the system as the accuracy of determining the coordinates of points of the object, the fullness of perception and representation of the initial information, system performance;

Q_{SFO} , Q_E - criteria for evaluating respectively the functional and operational capabilities of the system;

Q_{SP} - the criterion for evaluating the cost of the system;

P_{APO} , P_{FIP} , P_{SP} , P_{SFO} , P_E , P_{SP} - values of the importance of assessed properties of the system. They are selected in the range of (0;1) and defined as the ratio of significance of each individual set of properties to the maximum significance of all the properties of the system under consideration.

For calculations according to the criteria

Для расчетов по критериям Q_{TKO} , $Q_{\text{ПВИ}}$, $Q_{\text{ПС}}$,

$$\eta_i = \frac{q_n - q_\phi}{q_n + q_\phi}, \quad (2)$$

где q_n , q_ϕ – соответственно пороговое и фактическое значения, характеризующие оцениваемые свойства системы. При этом q_n , q_ϕ выбираются таким образом, чтобы $q_n \geq q_\phi$.

Таким образом, η_i может принять любое значение, принадлежащее отрезку (0; 1).

Определение характеристик геоинформационных систем

Одной из важнейших характеристик ГИС являются свойства, описывающие качественные показатели системы, к числу которых относятся возможность системы к выполнению определенных системных и прикладных операций, а также ее эксплуатационные возможности. Остановимся на оценке этих свойств более подробно.

Так как набор функциональных операций, который предоставляется оцениваемой системой, достаточно большой, то целесообразно всю совокупность функциональных операций (СФО) разбить на отдельные классы. Тогда операции, входящие в каждый отдельный класс, образуют подкласс данного класса операций. Для количественной оценки свойства СФО будем использовать балльный критерий, определяемый следующим образом:

$$Q_{\text{сфо}} = \prod_{i=1}^G \eta_i^{1-p_i}, \quad (3)$$

где G – число перечисленных классов функциональных операций;

p_i – показатель важности i -го класса, удовлетворяющий условию $0 < p_i \leq 1$ и определяемый как отношение весомости i -го класса на максимальную весомость среди всех классов;

η_i — оценка i -го класса функциональных операций, определяется следующим образом:

$$\eta_i = \sum_{j=1}^{s^i} b_j^i \times q_j^i, \quad (4)$$

$Q_{\text{АРО}}$, Q_{FIP} , Q_{SP} , Q_{SP}

$$\eta_i = \frac{q_r - q_f}{q_r + q_f}, \quad (2)$$

where q_r , q_f - respectively the threshold and the actual values that characterize the measured properties of the system. In this case, q_r , q_f are selected in such a manner that $q_r \geq q_f$.

Thus, η_i it may take any value within the interval (0; 1).

Defining the characteristics of geoinformation systems

One of the most important characteristics of GIS are the properties that describe the quality of system indicators, which include the possibility of the system to perform certain system and application operations, as well as its operational capabilities. Let us dwell on the evaluation of these properties in more detail.

Since the set of functional operations, which is provided by the estimated system is large enough, it is advisable to divide the whole set of functional operations (SFO) into separate classes. Then, the operations included into each individual class form a subclass of this class of operations.

To quantify the properties of the SFO there will be used the scoring criterion, defined as follows:

$$Q_{\text{сфо}} = \prod_{i=1}^G \eta_i^{1-p_i}, \quad (3)$$

where G - the number of listed classes of functional operations;

p_i - an indicator of i class importance, satisfying the condition $0 < p_i \leq 1$ and defined as the ratio of significance of i class to the maximum significance among all classes;

η_i - evaluation of the i class of functional operations that is defined as follows:

$$\eta_i = \sum_{j=1}^{s^i} b_j^i \times q_j^i, \quad (4)$$

where s^i - the number of subclasses of i

где s^i – число подклассов i -го класса,
 b_j^i – бальность j -го подкласса i -го класса
определяемая по балльной числовой шкале в
интервале $(\beta; 1)$;

q_j^i – весомость j -го подкласса i -го класса,
принимаящая различное значение для
конкретной предметной области, причем
 $\sum_{j=1}^{s^i} q_j^i = 1$ и $0 < q_j^i \leq 1$.

Значения β_i определяются по следующей
схеме если i -й класс для исследуемой
предметной области является необходимым,
то β_i , принимает значение 0. Если
вышеуказанный класс не является
необходимым для исследуемой предметной
области, то для определения β_i будем
исходить из следующих предпосылок: если
условия i -го класса не выполняются, то это
приводит к ухудшению функционирования
системы в целом. Тогда β_i определяется как
коэффициент важности i -го класса:

$$\beta_i = \left(1 - \frac{\alpha_i}{100}\right).$$

Данная предпосылка справедлива, когда i -й
класс для исследуемой предметной области
является необходимым.

Не выполнение условий i -го класса
приводит к непригодности системы для
использования в исследуемой предметной
области, т.е. к ухудшению функционирования
системы на 100% и $\beta_i = 0$.

Приведен перечень основных классов и
подклассов разбиения функциональных
операций, используемых для вычисления
оценки $Q_{сфо}$:

Класс 1. Ввод, восприятие и обработка
информации:

Подкласс 1.1: ввод сканерных изображений;

Подкласс 1.2: поддержка приемника
спутниковых информационных или другого
электронного геодезического прибора;

Подкласс 1.3: возможность импорта других
векторных форматов;

Подкласс 1.4: поддержка дигитайзера, других
устройств для векторизации;

class

b_j^i - scoring of the j subclass i class,
defined by the point numerical scale in the
range of $(\beta, 1)$;

q_j^i - the significance of j subclass i class,
receiving different values for a particular
domain, in what connection $\sum_{j=1}^{s^i} q_j^i = 1$ and

$$0 < q_j^i \leq 1.$$

The values of β_i are defined according to
the following scheme: if the i class for the
studied subject area is required, then β_i
takes the value 0. If the above class is not
necessary for the studied subject area, then
to determine β_i we will proceed from the
following assumptions: if the conditions of
the i class are not fulfilled, this leads to
deterioration in the functioning of the whole
system. Then, β_i is defined as the ratio of
the importance of the i class

$$\beta_i = \left(1 - \frac{\alpha_i}{100}\right).$$

This assumption is valid when the i class is
necessary for the tested subject domain.

Nonfulfillment of the i class conditions
leads to the unsuitability of the system to be
used in the tested subject domain, i.e. to the
deterioration of system performance by
100% and $\beta_i = 0$.

A list of the main classes and subclasses of
partitioning functional operations used to
calculate the assessment $Q_{сфо}$ is given
below:

Class 1 Input, perception and processing of
information:

Subclass 1.1: input of scanner images;

Subclass 1.2: support of the receiver of
satellite information or other electronic
surveying instrument;

Subclass 1.3: the ability to import other
vector formats; Subclass 1.4: support for the
digitizer, and other devices for vectoring;

Subclass 1.5: software semi-automatic or
automatic systems of tracking lines and other
facilities;

Подкласс 1.5: программные полуавтоматические или автоматические системы прослеживания линии и других объектов;

Подкласс 1.6: другие виды собственных программных средств цифрования;

Подкласс 1.7: различные виды растровой обработки (фильтрация, утончение, выделение контуров и т.д.);

Подкласс 1.8: редактирование векторных данных.

Класс 2 Хранение и база данных:

Подкласс 2.1: поддержка векторных моделей хранения графических объектов (векторные модели включают бесструктурную, топологическую, гиперграфическую, решетчатую модели);

Подкласс 2.2: поддержка мозаичных моделей хранения графических объектов Подкласс 2.3: хранение объектов по слоям;

Подкласс 2.4: возможность хранения текстовых данных в собственной базе данных и взаимосвязи с современными СУБД.

Класс 3 Стандартные процедуры обработки данных:

Подкласс 3.1: геометрические операции (вычисление площадей, вычисление длин, анализ окрестности, определение принадлежности точки или линии полигона, уничтожение границы и слияние полигонов);

Подкласс 3.2: операции со слоями (логические и арифметические операции);

Подкласс 3.3: оверлейные операции (логические функции [NOT, AND, XOR, OR, OR2, MERGE], оверлейные операции над полигонами, удаление паразитных полигонов после оверлейных операций);

Подкласс 3.4: расчет и построение буферных зон (на множестве точек, относительно кривых, на множестве полигонов, возможность взвешивания);

Подкласс 3.5: операции, связанные с поиском и запросом (поиск объектов по текстовым данным, поиск текстовых данных по объектам);

Подкласс 3.6: операции с текстовыми данными (стандартные операции (создание, удаление, модификация, упорядочивание, фильтрация и т.д.), поддержка SQL).

Класс 4 Дополнительные процедуры к стандартным:

Подкласс 4.1: наличие макроязыка для

Subclass 1.6: other types of native digitizing software;

Subclass 1.7: various types of raster processing (filtering, thinning, edge detection, etc.);

Subclass 1.8: editing of vector data.

Class 2 Storage and database

Subclass 2.1: support of vector models of graphics storage (vector models include unstructured, topological, hypergraphic, and lattice models);

Subclass 2.3: storage of objects in layers;

Subclass 2.2: support of mosaic patterns of graphical objects storage (mosaic patterns include the regular mosaic patterns image – raster image of irregular mosaic - TIN and the hierarchical mosaic);

Subclass 2.4: The ability to store text data in the native database and relationships with modern DBMS.

Class 3 Standard data processing procedures:

Subclass 3.1: geometrical operations (calculation of areas, calculation of lengths, analysis of the neighborhood, identification of the point or the polygon line, destroying of the boundary and merging of polygons);

Subclass 3.2: layers operations (logical and arithmetic operations);

Subclass 3.3: overlay operations (logic functions [NOT, AND, XOR, OR, OR2, MERGE], overlay polygon operations, removing spurious polygons after overlay operations);

Subclass 3.4: calculation and construction of buffer zones (on a set of points with respect to the curves on a set of polygons, the possibility of weighting);

Subclass 3.5: operations related to search and query (search of objects according to the text data, search of text data according to the objects);

Subclass 3.6: operations with text data (standard operations (creation, delete, modification, organization, filtration, etc.), SQL support).

Class 4 Additional procedures to the standard ones:

Subclass 4.1: presence of the macro language to automate the work;

Subclass 4.2: support for external high-level languages;

Subclass 4.3: protection from unauthorized

автоматизации работы;
Подкласс 4.2: поддержка внешних языков высокого уровня;
Подкласс 4.3: защита от несанкционированного допуска (осуществляется паролем, электронным ключом и др.);
Подкласс 4.4: отказоустойчивость (поддержка слежения целостности данных).
Класс 5 Пользовательский интерфейс:
Подкласс 5.1: меню или настраиваемое меню;
Подкласс 5.2: пиктограммы;
Подкласс 5.3: многооконный режим;
Подкласс 5.4: двухмониторный режим;
Подкласс 5.5: многопользовательская возможность групповой работы;
Подкласс 5.6: обработка пространственных запросов по отметкам курсора мыши;
Подкласс 5.7: обработка пространственных запросов путем задания координат;
Подкласс 5.8: поддержка технологии клиент/сервер и обеспечение средства доступа к INTERNET к коммуникационным сетям;
Подкласс 5.9: отображение графиков с помощью программного или аппаратного ускорителей (DIRECTX, 3D ускорителя).
Класс 6 Прикладные процедуры:
Подкласс 6.1: фотограмметрическая обработка снимков ;
Подкласс 6.2: трансформирование проекций и изменение систем координат и другие картографические операции
Подкласс 6.3: сетевой анализ (поиск кратчайшего пути, суммирование значений атрибутов по элементам сети, размещение центров и распределение ресурсов в сети, поиск пространственной смежности, поиск ближайшего соседа, поиск по адресам);
Подкласс 6.4: цифровое моделирование рельефа (вычисление крутизны склонов, определение экспозиций склонов, интерполяция высот, определение границ зон видимости/ невидимости, генерация горизонталей, моделирование сети тальвегов, генерация профилей поперечных сечений, вычисление объемов относительно заданной плоскости);
Подкласс 6.5: сшивка фрагментов карт или снимков;
Подкласс 6.6: моделирование принятия решений (линейное моделирование суждения, применение классификации или анализа с

access (it is carried out by a password, an electronic key, etc.);
Subclass 4.4: fault tolerance (support of data integrity tracking).
Class 5 User Interface:
Subclass 5.1: menu or a personalized menu;
Subclass 5.2: icons;
Subclass 5.3: multiwindowing;
Subclass 5.4: two-monitor mode;
Subclass 5.5: multi-user possibility of group work;
Subclass 5.6: processing of spatial queries on the marks of the mouse cursor;
Subclass 5.7: processing of spatial queries by specifying the coordinates;
Subclass 5.8: support for client/server technology and means of access to the INTERNET to communication networks;
Subclass 5.9: display of charts, using software or hardware accelerators (DIRECTX, 3D accelerator, etc.).
Class 6 Application procedures:
Subclass 6.1 photogrammetric processing of images and obtaining orthophotomaps;
Subclass 6.2: transformation of projections and change of coordinate systems and other cartographic operations
Subclass 6.3: network analysis (searching for the shortest path, summation of attribute values according to the elements of the network, placement of centers and the allocation of resources in a network, search of the spatial contiguity, search of the nearest neighbor, search at the following URL);
Subclass 6.4: digital terrain modeling (computing of slope, determining the exposure of slopes, heights interpolation, definition of the boundaries of visibility/invisibility zones, contour generation, simulation of a thalweg network, generation of cross-section profiles, calculation of volumes with respect to a given plane);
Subclass 6.5: cross-linking of fragments of maps or images;
Subclass 6.6: modeling of decision making (judgment linear modeling, application of classification or analysis, using a decision tree to select the optimal settings).
Class 7 Display and transmission of information:
Subclass 7.1: scaling and zooming;

использованием дерева решений для выбора оптимальных параметров).

Класс 7 Отображение и передача информации:

Подкласс 7.1: масштабирование;

Подкласс 7.2: трехмерная графика;

Подкласс 7.3: трехмерная графика в реальном времени;

Подкласс 7.4: экспорт форматов (векторных и растровых);

Подкласс 7.5: поддержка плоттеров, поддержка принтеров.

Выводы

Эксплуатационные возможности системы включают в себя такие параметры, как простота освоения и ввода в эксплуатацию системы, а также удобство непосредственной работы с системой. Для оценки эксплуатационных возможностей можно использовать балльный критерий, аналогичный введенному при оценке СФО.

Исходя из введенных критериев для оценки отдельных свойств инструментально-программных средств (ИПС), можно определить и эффективность ГИС в целом на основании ранее приведенного критерия по формуле (1) для конкретной предметной области.

Литература

1. Журкин И. Г. Геоинформационные системы: учеб. пособие / И.Г. Журкин, С. В Шайтура. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС. 2009. – 272 с.

Рецензенты:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Балашова Ю. Б., канд. техн. наук, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури.

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Balashova Yu.B., Cand. Eng. Sci., Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Subclass 7.2: a three-dimensional perspective graphics;

Subclass 7.3: a three-dimensional perspective graphics in real-time;

Subclass 7.4: export of formats (vector and raster ones);

Subclass 7.5: support for plotters and printers.

Conclusions

The operational features of the system include such parameters as ease of development and putting into operation of the system, as well as the convenience of direct work with the system. To assess the operational capabilities, one can use the point rating criterion similar to the one introduced when assessing SFD.

Based on the introduction of criteria for the assessment of individual properties of programming tools (PT), one can determine the efficiency of GIS mapping software as a whole on the basis of the previously mentioned criteria according to the formula (1) for a particular subject domain.

References

1. Zhurkin I. G. Geoinformation systems: studies. the grant / I. G. Zhurkin, S. V. Shajtura. – M.: KUDITS-PRESS. 2009. – 272 с.

Стаття надійшла до редакції: **14.10.2016 р.**