Стратегическое планирование геоинформационного обеспечения систем управления

Strategic planning of management system geo data provisions

Зализнюк / Zaliznyuk A.
Александр Николаевич
(compas66@mail.ru)
Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.
Начальник Военно-топографического управления ГШ ВС РФ,
начальник Топографической службы ВС РФ.
г. Москва

Присяжнюк / Prisyazhnyuk S.
Сергей Прокофьевич
(office@itain.spb.ru)
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ.
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»,
заведующий кафедрой ГИС.
г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: система управления – management system; геоинформационное обеспечение – geo data provisions; стратегическое планирование – strategic planning; многокритериальный подход – multi criteria approach.

Рассмотрен способ стратегического планирования геоинформационного обеспечения систем управления с использованием многокритериального подхода и динамических приоритетов.

A technique for strategic planning of management system geo data provision is considered using multi criteria approach and dynamic priorities.

В современных условиях активного использования геоинформационного обеспечения в системах управления различного уровня и предназначения стратегическое планирование создания геоинформационного обеспечения становится актуальной задачей [1–4].

Реализация основных принципов стратегического планирования, таких как единство и участие всех заинтересованных сторон с целью обеспечения сбалансированности совместной работы, гибкости, точности и непрерывности обуславливают необходимость автоматизации процесса стратегического планирования и поиска эффективных методов оптимизации процесса автоматизации планирования с возможностью оперативной коррекции плана при изменении внешних условий в процессе реализации планов.

Специфика геоинформационного обеспечения состоит в необходимости создания своевременно качественной унифицированной геопространственной информации (ГПИ) и в первую очередь унифицированной картографической продукции (УКП), а также унифицированные инструментальные средства сбора, обработки, хранения и передачи геопространственной информации.

Создавать ГПИ и, в частности УКП, необходимо на районы с различным характером местности, рельефом, насыщенностью картографическими объектами, охватом территории, масштабом представления данных и целым рядом других критериев, характеризующих значимость районов в системах управления. Особенно остро встает проблема геоинформационного обеспечения при организации взаимодействия различных систем управления по достижению общей цели управления. Возникает задача создания единого геоинформационного пространства совокупности систем управления.

В этих условиях цель геоинформационного обеспечения заключается в своевременном создании на все районы требуемых объемов ГПИ, УКП с заданным качеством, а также унифицированных инструментальных средств сбора, обработки, хранения и передачи ГПИ на каждом этапе планирования и за весь период в целом. Такой комплексный подход к стратегическому планированию позволит существенно повысить эффективность геоинформационного обеспечения совокупности взаимодействующих систем управления различного уровня и предназначения.

Задача поиска оптимального плана геоинформационного обеспечения на весь период стратегического планирования T состоит из N годовых этапов

$$T = < T_1, \ldots T_n, \ldots TN >,$$

где на каждом этапе T_n разрабатывается план, максимизирующий геоинформационное обеспечение. Предполагается, что имеется ограниченный ресурс, выделенный для реализации плана, а на каждом последующем этапе учитывается прогнозное наличие ресурса с учетом результатов планирования на предыдущих этапах, а также состояния геоинформационного обеспечения.

В работе [1] предложен метод планирования картографического обеспечения, в котором на каждом этапе планирования определен оптимальный порядок изготовления унифицированной картографической продукции ограниченным ресурсом в соответствии с критерием:

$$K_1 = \max_{j \in m} P_{ij} \cdot S_{ij}, \qquad (1)$$

где P_{ij} – приоритетные веса конкурирующих УКП, вычисленные исходя из размеров района и израсходованного на изготовление ресурса;

S_{ij} – коэффициент сложности изготовления i-й единицы УКП j-го района.

При стратегическом планировании геоиформационного обеспечения необходимо учитывать не только особенности изготавливаемой продукции, но и особенности технологии изготовления, что обуславливает использование многокритериального подхода планирования с целью повышения эффективности процесса геоинформационного обеспечения [5].

Определим множество этих критериев $\{K\}$.

В условиях возникновения конкуренции к ресурсам при изготовлении УКП максимум производительности при учете размеров районов и их сложности обеспечивает порядок изготовления УКП в соответствии с критерием (1).

Этот критерий берется в качестве первого критерия K_1.

При учете технологического процесса изготовления большее количество ресурса необходимо тому продукту, которому необходимо пройти путь с большим числом технологических этапов. Если это учесть при определении порядка изготовления продукции, то эффективность процесса повысится. В этом случае в качестве критерия очередности изготовления продукции можно взять

$$K_2 = \min_{i \in m} g_i \qquad (2)$$

где g_i – число технологических этапов в выбранном для изготовления единицы унифицированной продукции $i \in m$.

При использовании критерия (2) часто возникают ситуации, когда критерии равны для m, изготавливаемых продуктов, однако по мере изготовления ими уже было израсходовано разное количество ресурса (пройдена часть технологических этапов), т.е. ценность продукции, использовавшей большее количество ресурса, выше.

В этом случае в качестве критерия ценности удобно брать

$$K_2 = \min_{i \in m}(-r_i), \qquad (3)$$

где r_i – число технологических этапов, пройденных уже i-м продуктом при изготовлении.

В тоже время i-му продукту выделяется определенное количество ресурса по времени изготовления, которое не должно превышать допустимое. Исчерпавший временной ресурс продукт утрачивает свою ценность и может исключаться из процесса дальнейшего изготовления, высвобождая ресурс для более ценного продукта, тем самым повышается производительность системы в процессе реализации плана. Критерий в этом случае представляется в виде

$$K_4 = \min_{i \in m}\left[(t_{\text{Т}} - \tau_i) - t_i\right], \qquad (4)$$

где τ_i – ресурс времени, израсходованный на реализацию i-го продукта при выполнении технологических этапов, а t_i – время, необходимое для завершения процесса изготовления $i \in m$ продукта, $t_{\text{Т}}$ – требуемое время изготовления.

Определим единый критерий, упорядочив известные локальные критерии K_1, K_2, K_3, K_4 в смысле ряда приоритетов $\vec{J} = (1, 2, 3, 4)$, который отражает качественные отношения преимущества критериев, т.е. критерий K_1 важнее критерия K_2 и т.д.

В нашем случае

$$\vec{K}_j = (K^{\text{I}}{}_4, K^{\text{II}}{}_1, K^{\text{III}}{}_2, K^{\text{IV}}{}_3).$$

Для обоснования отношения преимущества используем метод экспертных оценок. Установим вектор приоритета

$$\vec{C} = (C_1, C_2, C_3, C_4),$$

компоненты которого определяют степень преимущества двух соседних критериев из ряда J. Используя метод экспертных оценок для удобства вычислений, полагаем $C_4 = 1$, а каждый последующий увеличим в 2 раза, тогда вектор приоритета имеет вид

$$\vec{C} = (8, 4, 2, 1).$$

Для сворачивания совокупности локальных критериев, с различной размерностью и упорядоченных в смысле ряда приоритета, воспользуемся принципом относительной уступки [5]. Согласно этому принципу найдем весовой вектор

$$\vec{B} = (b_1, b_2, b_3, b_4),$$

компоненты которого связаны отношениями

$$0 \le b_i \le 1, i \in J$$

$$\sum_{i=1}^{J} b_i = 1$$

$$b_i \ge b_{i+1}$$

$$C_i = b_i / b_{i+1}, i \in J$$

В этом случае компоненты вектора $\vec{B}$ вычисляются по формуле

$$b_i = \frac{\prod_{l=i}^{J} C_l}{\sum_{j=1}^{J} \prod_{l=j}^{J} C_l}$$

и равны

$$\vec{B} = (0{,}8533;\ 0{,}1067;\ 0{,}0267;\ 0{,}0133)$$

Определим нормированные локальные критерии

$$\vec{K} = (\overline{K}_1, \overline{K}_2, \overline{K}_3, \overline{K}_4),$$

где

$$\overline{K}_1 = \min_{i \in m}\left(\frac{t_{\text{Т}} - \tau_i - t_i}{t_{\text{Т}}}\right)$$

$$\overline{K}_2 = \min_{i \in m}\left(\frac{(PS)^+ - P_i S_i}{(PS)^+}\right) \qquad (5)$$

$$\overline{K}_3 = \min_{i \in m}\left(\frac{g_i}{g^+}\right)$$

$$\overline{K}_4 = \min_{i \in m}\left(\frac{r^+ - r_i}{r^+}\right)$$

В выражениях (5)

$$(PS)^+ = \max_{i \in m} P_i S_i \quad g^+ = \max_{i \in m} g_i \quad r^+ = \max_{i \in m} r_i \quad t_{\text{Т}} = \max_{i \in m}(\tau_i + t_i)$$

m – число конкурирующих продуктов.

Планирование изготовления продукции будет осуществляться в соответствии с критерием

$$E = \min_{j \in m} \sum_{i=1}^{J} b_{ij} K_{ij}.$$

Достоинство такого подхода к стратегическому планированию состоит в том, что достаточно просто без привлечения значительной информации каждый изготавливаемый продукт занимает свое место в плане на изготовление, максимизируя эффективность процесса планирования.

Кроме того, отрицательное значение локальных критериев $\overline{K}_1$, $\overline{K}_4$ свидетельствует о том, что данный продукт утратил ценность и может не изготавливаться.

Отрицательное значение $\overline{K}_1$, $\overline{K}_4$ получают тогда, когда продукт исчерпал свой временной ресурс и потерял свою ценность или число технологических этапов изготовления его превысил допустимую величину, а это означает, что он не прошел контроль качества изготовления или сертификацию и возвращен на доработку или забракован вообще. Это учитывается после каждого этапа планирования T_n, $n = \overline{1, N}$ и в процессе реализации стратегического плана при его коррекции на этапе годового планирования и при оперативном планировании, соблюдая основные принципы стратегического планирования.

Литература

1. Зализнюк, А. Н. Метод планирования картографического обеспечения систем управления территориями / А.Н. Зализнюк, С.П. Присяжнюк // Информация и Космос. – 2016. – № 3. – С. 88–90.

2. Присяжнюк, С. П. Направления развития стратегического планирования геоинформационного обеспечения систем управления / А.Н. Зализнюк, С.П. Присяжнюк // Материалы Юбилейной XV Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика «РИ-2016». – Санкт-Петербург, 26–28 октября 2016 г. – С. 119.

3. Присяжнюк, С. П. Геоинформационные системы военного назначения: учебник / С.П. Присяжнюк, В.Н. Филатов, С.П. Федоненков ; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб, 2009. – 210 с.

4. Ушакова, О. А. Развитие стратегического планирования в мировой и российской практике / О.А. Ушакова // Вестник ОГУ. – 2014. – № 6 (167). – С. 239–243.

5. Теория прогнозирования и принятия решения / под ред. С.А. Саркисянс. – М: Высшая школа, 1977. – 212 с.