

Метод планирования картографического обеспечения систем управления территориями

Method of Planning Cartographical Software Systems Management Territories

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: метод планирования – method of planning; картографическое обеспечение – mapping software; системы управления территорией – territory management; динамические приоритеты в планировании – dynamic priorities in planning.

Предлагается метод планирования картографического обеспечения сложной организационной системы управления территорией с учетом динамических приоритетов изготовления картографических продуктов.

A method for planning cartographic support complex organizational territory management system with the dynamic mapping products manufacturing priorities.

Функционирование современных сложных организационных систем управления территориями (СУТ) требует качественного и своевременного обеспечения картографической продукцией. В условиях ограниченного ресурса и повышенных требований к оперативности на эффективность процесса обеспечения существенно влияет качество планирования производства картографической продукции.

Планирование является стадией процесса принятия решений, при котором строится целевое представление о будущем состоянии картографического обеспечения СУТ и поэтапный путь достижения целевого состояния с учетом внутренних возможностей и внешних условий [1, 2]. Результат планирования есть план обеспечения картографической продукцией, представляющий собой норму деятельности, содержащий

развернутый во времени порядок достижения промежуточных и конечной цели обеспечения картографической продукцией СУТ.

Характерной особенностью картографического обеспечения СУТ является то, что обеспечение необходимо на различные районы территории, различающиеся размерами и насыщенностью картографическими объектами, рельефом, характером местности, а также значимостью при управлении территорией в целом. В то же время современные технологии позволяют поставлять картографическую продукцию в виде унифицированных единиц в разных масштабах, и каждый район состоит из совокупности унифицированных картографических продуктов (УКП) с присущими картографическому обеспечению особенностями и требованиями к нему.

В этих условиях цель картографического обеспечения СУТ заключается в своевременном изготовлении требуемых объемов унифицированных картографических продуктов с заданным качеством на каждом этапе планирования и за весь период в целом, за счет чего создаются условия для эффективного функционирования СУТ.

Задача поиска оптимального плана картографирования формулируется следующим образом: Весь период планирования T разбивается на этапы

$$T = \langle T_1, \dots, T_n, \dots, T_N \rangle.$$

На каждом этапе решается следующая задача поиска оптимального плана: при ограниченном ресурсе разрабатывается план, максимизирующий количество своевременно изготовленных качественно УКП.

Формализованная постановка задачи имеет следующий вид:

$$\max_{\pi_{ij} \in \Omega} G_n(T_n, R, \pi_{ij}(S_{ij}, P_{ij}, k_{ij})) \quad (1)$$

при условии: $R \leq R_j; K_{ij} \leq K_{T_i}, i \in \overline{1, l}; j \in \overline{1, N}, G_n \leq G_{T_n}$, где

G_n – количество УКП, $n = \overline{1, N}$,

G_{T_n} – требуемое количество УКП, $n = \overline{1, N}$,

$T_n, n = 1, N$ – этап планирования,

R – производительность выделенного ресурса,

π_{ni} – l -й вариант плана n -го этапа,

π_n^{opt} – оптимальный план n -го этапа,

Ω – область поиска оптимального плана,

S_{ij} – сложность изготовления j -го УПК i -го района

$S_{ij} = \frac{1}{t_{ij}}$, t_{ij} – время изготовления,

K_{ij} – качество j -го УКП i -го района,

K_{Tij} – требуемое качество j -го УПК i -го района.

P_{il} – приоритет l -го УПК i -го района.

Для решения поставленной задачи рассмотрим следующие случаи.

В условиях, когда спрос формируется в виде совокупности районов с различным количеством картографической продукции в каждом районе, целесообразно, в первую очередь, изготавливать картографическую продукцию, приводящую к ускорению процесса обеспечения потребности в целом, т.е. последние картографические продукты больших районов или картографический продукт малых районов, и невыгодно начинать изготовление УКП больших районов.

В условиях перегрузки также выгоднее изготавливать последний УКП в большом районе, чем начинать изготавливать малый район, хотя в обоих случаях обеспечивается равная производительность. Обусловлено это тем, что у потребителя большого района высвобождается больше ресурса после изготовления УКП, чем у потребителя малого района, что вызвано необходимостью сертификации принимаемого УКП потребителем.

Основной принцип успешного планирования изготовления УКП ограниченным производственным ресурсом можно сформулировать как предоставление более высокого приоритета изготовления УКП района, уже находящегося в производстве перед началом работ по новому району.

Очевидно, в условиях перегрузок ограниченного ресурса можно установить такую последовательность ждущих изготовления УКП, при которой обеспечится максимум G , и в то же время максимально высвобождается ресурс.

Для определения такой очередности изготовления УКП предлагается использовать алгоритм, основой которого является следующее утверждение [3, 4].

Утверждение 1. Всегда существует треугольная матрица $P_{l \times l} = \|p_{i,j}\|$ с элементами

$$p_{i,l} = \frac{I-i+l}{2}(I-i+l+1)-(l-i), \quad (2)$$

где I – размер матрицы $P_{l \times l}$;

i – номер строки матрицы $P_{l \times l}$;

l – номер столбца матрицы $P_{l \times l}$; u которой l является

элементом треугольной матрицы $L_{l \times l} = \|l_{g,m}\|$, обладающей следующими свойствами $\forall I < \infty, \forall j: j = 0, I-1$ существует такая последовательность номеров $\{i\}_0^{I-(j+1)}$, что для каждого $l_{gm} = j+1$ выполняется условие $l_{i,I-j} = \dots = l_{I-i,I-i}$.

Доказательство. Пусть треугольные матрицы $L_{l \times l}$ и $P_{l \times l}$ имеют вид

$$L_{l \times l} = \begin{pmatrix} 1 & & & & & & & & \\ 2 & 1 & & & & & & & \\ 3 & 2 & 1 & & & & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 2 & 1 & & & \\ I & I-1 & \vdots & \vdots & 3 & 2 & 1 & & \end{pmatrix},$$

$$P_{l \times l} = \begin{pmatrix} \frac{I}{2}(I-1)-(I-1) & & & & & & & & \\ & \vdots & & \dots & 4 & & & & \\ & & \vdots & & \dots & 5 & 2 & & \\ & & & \frac{I}{2}(I-1) & \dots & 6 & 3 & 1 & \end{pmatrix} \quad (3)$$

Докажем (2) методом математической индукции.

Доказательство базы индукции: $I = l = i = 1$, подставляем эти значения в (2). Так как $I = l = i = 1$, матрица $P_{l \times l}$ имеет вид $\{1\}$, т.е. получаем $1 \equiv 1$.

Формула (2) справедлива для i и l , докажем, что (2) справедлива для $i+1$ и $l+1$, подставляем эти значения в (2) получим

$$P_{i+1,l+1} \frac{I-(i+1)+(l+1)}{2} [I-(i+1)+(l+1)+1] - [I-(i+1)] = \\ = \frac{I-i+l}{2}(I-i+l+1)-(I-i)+1 = P_{i,l}+1$$

что и требовалось доказать, так как при увеличении i и l на единицу, P_{ij} возрастает на единицу по построению. Представляем теперь ресурс производства в виде системы массового обслуживания [4, 5] с производительностью R УКП в единицу времени. Возникает ситуация на каждом временном интервале T_n планирования, когда за ресурс конкурируют УКП различных районов изготовления КП. Закон распределения размеров районов работ в единицах УКП произвольный. Самый большой район состоит из l единиц УКП, а самый маленький – из одного УКП. Длина очередного района в единицах УКП равна $i \in l$, а порядковый номер УКП в этом районе равен $l_i \in J_i$.

В условиях конкуренции за ресурс оптимальный порядок распределения ресурса определяется в условиях следующего утверждения.

Утверждение 2. В условиях возникновения конкуренции УКП разных районов за ресурс максимум обеспечения картографической продукции за время

T_n обеспечивает дисциплина изготовления УКП на каждом этапе планирования $T_n \in T$, в соответствии с критерием

$$e' = \max_{j \in m} P_{ij,j}, \quad (4)$$

где $P_{ij,j}$, $j = 1, m$ – приоритетные веса конкурирующих УКП, вычисляемые по формуле (2).

Доказательство. В соответствии с критерием определения очередности изготовления УКП на этапах планирования при возникновении конкуренции, в первую очередь будут изготавливаться первые УКП районов малых размеров, т.е. предоставляется преимущественное право для изготовления малых районов местности. Это следует из анализа матрицы (3).

Таким образом, можно сделать вывод, что использование критерия (4) позволит повысить обеспеченность УКП СУТ до максимально возможной в условиях ограниченного ресурса.

В случае если возникла конкуренция между районами, часть УКП которых уже изготовлена, в соответствии с (4) будут допущены к реализации УКП районов, у которых на момент конкуренции осталось меньшее число неизготовленных УКП. Тем самым создаются более благоприятные условия для скорейшего завершения изготовления УКП.

Основной причиной неудовлетворения обеспечения УКП является отсутствие необходимого ресурса для изготовления и сертификации УКП у потребителя. В связи с этим скорейшее завершение изготовления УКП способствует высвобождению ресурсов производства и сертификации, следовательно повышению уровня обеспеченности УКП СУТ.

Таким образом, во всех возможных ситуациях конкуренции критерий (4) позволяет максимизировать производство УКП на каждом этапе планирования и как следствие при планировании в целом на весь заданный период T .

В случае если УКП обладают различной степенью сложности, в изготовлении используется коэффициент сложности изготовления единицы УКП

$$S_{ij} = \frac{1}{t_{i,j}},$$

а в качестве критерия используется критерий

$$e'' = \max_{i \in m} P_{i,j} \cdot S_{i,j}.$$

При введении приоритетов между районами изготовления УКП вначале реализуются районы с наивысшим приоритетом и последними – с наименьшим приоритетом, внутри равноприоритетных районов реализуется ранее описанная процедура.

Реализация предложенного метода планирования обеспечения УКП СУТ позволит максимизировать обеспеченность картографической продукцией СУТ при ограниченных ресурсах, выделенных для реали-

зации требуемой обеспеченности и определить минимальную долю дополнительного ресурса, необходимого для реализации требуемого уровня обеспеченности.

Процессы тактического, перспективного и стратегического планирования становятся единым непрерывным процессом с возможностью оперативной корректировки планов в условиях непредвиденного изменения внешней среды.

Применение динамических приоритетов позволяет автоматизировать процесс планирования с реализацией принципов [5, 6, 7] непрерывности, гибкости, точности, единства и участия всех заинтересованных сторон с целью обеспечения сбалансированности совместной работы.

Литература

1. Аналитический словарь / под общей редакцией Ю.Н. Коптева. – М., 2015. – 132 с.
2. Москвин, Б. В. Теория принятия решений «Учебник» / Б.В. Москвин. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2014. – 364 с.
3. Арипов, М. Н. Контроль и управление в сетях передач и данных с коммутацией пакетов / М.Н. Арипов, С.П. Присяжнюк, Р.А. Шарифов. – Ташкент: ФАН, 1988. – 160 с.
4. Справочник по исследованию операций / под общей редакцией Ф.А. Матвейчука. – М.: Воениздат, 1979. – 368 с.
5. Мишин, А. Ю. Стратегическое управление в условиях неопределенной бизнес-среды / А.Ю. Мишин // ИнвестРегион. – 2013. – № 1. – С. 54–59.
6. Школы стратегического планирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://stplan.ru/articles/theory/stplschl.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
7. Ушакова, О. А. Развитие стратегического планирования в мировой и Российской практике / О.А. Ушакова // Вестник ОГУ. – 2014. – № 6 (167). – С. 239–243.