

УДК 528.94
DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-3-107-122

Разработка методических аспектов картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия для пространственного развития территорий

А. О. Лебзак¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: a.o.lebzak@mail.ru

Аннотация. В настоящее время отображение геопространственных знаний на картах является мало разработанным и очень перспективным направлением картографической науки. На сегодняшний день не существует методик картографирования объектов культурного наследия, позволяющих отображать не только информацию, но и геопространственные знания о них. В статье рассматривается проблема картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия для пространственного развития территорий. Сформулирована цель исследования, приведен анализ существующих методик оценки историко-культурной ценности объектов культурного наследия. Разработан и формализован процесс получения геопространственных знаний об объектах культурного наследия. Разработана структура и содержание базы геопространственных знаний объектов культурного наследия для пространственного развития территорий. Сформулированы принципы отображения геопространственных знаний об объектах культурного наследия на картографических произведениях. Проведена апробация предложенных методических основ путем разработки прототипа картографического веб-сервиса «Культурное наследие Новосибирской области».

Ключевые слова: геопространственные знания, тематическая картография, культурное наследие, картографирование объектов культурного наследия

Введение

Геопространственные знания об объектах и явлениях, как и любые другие знания, приобретают когнитивную ценность лишь в том случае, если они поняты субъектом [1]. Существенно улучшить понимание позволяет наглядное представление знаний, в том числе их визуализация на картографическом произведении [2, 3].

Расширение представления о карте как источнике пространственной информации и дополнение ее содержания геопространственными знаниями свидетельствуют о новом этапе развития тематической картографии. Сегодня карта – это совокупный источник геопространственной информации и геопространственных знаний [4].

В настоящее время отображение геопространственных знаний на картах является мало разработанным и очень перспективным направлением картографической науки [5]. На сегодняшний день не существует методик картографирования объектов культурного

наследия, позволяющих отображать не только информацию, но и геопространственные знания о них.

Требуется не просто разработка способа картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия, но и максимальная автоматизация процесса их получения и отображения. Кроме того, в настоящее время картографические произведения составляются чаще всего на основе баз данных, поэтому для отображения на карте геопространственных знаний необходимо создание базы геопространственных знаний.

Цель исследования заключается в разработке методических основ картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия для пространственного развития территорий.

Достижение поставленной цели потребовало решения ряда задач:

– разработка и формализация процесса получения геопространственных знаний об объектах культурного наследия;

– разработка структуры и содержания базы геопространственных знаний объектов культурного наследия для пространственного развития территорий;

– формулировка принципов отображения геопространственных знаний об объектах культурного наследия на картографических произведениях;

– апробация разработанных методических решений.

Формализация процесса получения геопространственных знаний об объектах культурного наследия

На сегодняшний день вопрос получения и отображения геопространственных знаний достаточно актуален в картографической науке [2–4]. Одним из наиболее перспективных направлений является формализация знаний и автоматизация процесса их получения и отображения на картографических изображениях.

Какие именно геопространственные знания будут показаны на картографическом изображении и каким способом, зависит от геопространственных задач, для решения которых создается картографическое произведение [3].

В ходе исследования было решено в качестве примера для формализации и картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия использовать знания о потенциале объектов культурного наследия для пространственного развития территорий. Под потенциалом объекта подразумевается возможность его использования для осуществления мер, направленных на улучшение уровня пространственного развития территории, на которой расположен объект. Возможность использования того или иного объекта для целей, направленных на пространственное развитие территорий, можно определить при помощи оценки его потенциала для пространственного развития территории.

Различные методики оценки культурно-исторической ценности объектов культурного наследия представлены в нормативно-правовых актах и трудах таких исследователей как С. В. Зеленова, А. В. Слабуха, О. И. Пруцын, А. П. Сергеева, С. А. Стурейко, Ю. Ю. Курашов и многих других [6, 7]. За ру-

бежом также существуют различные методики оценки объектов культурного наследия, различающиеся, прежде всего, по целям, для которых она производится. Практически все методики основаны на применении балльного метода. Результаты оценки ценности объектов культурного наследия являются ничем иным, как знаниями о них.

Существующие методики отличаются параметрами, применяемыми при оценке культурно-исторической ценности объектов культурного наследия [8]. Многие из этих параметров схожи между собой, но имеют различную формулировку. Кроме того, культурное наследие представлено разнородными объектами, поэтому параметры, по которым оцениваются объекты культурного наследия, должны учитывать их тип (памятники истории, архитектуры, археологии или искусства).

Для выявления наиболее распространенных категорий ценности, применяемых при оценке историко-культурной ценности, был проведен анализ нескольких методик оценки ценности памятников архитектуры, по результатам которого составлена табл. 1.

На основе анализа табл. 1 был сделан вывод о том, что к наиболее распространенным категориям ценности, на основании которых выполняется оценка историко-культурной ценности памятников архитектурного наследия в различных методиках, относятся историческая, градостроительная, архитектурная, научная, художественная и функциональная ценности. Кроме того, по результатам анализа были выявлены категории ценности, которые встречаются реже, – подлинность, целостность, сохранность и охрана. Эти категории ценности, предлагается объединить в один – сохранность объекта культурного наследия.

Аналогичным образом можно выявить категории ценности оценки историко-культурной ценности для прочих типов объектов культурного наследия.

Выбор категорий ценности и их приоритетность во многом зависят от типа объекта культурного наследия и тех целей, для которых производится оценка ценности объекта культурного наследия [7]. В нашем случае оценка объектов культурного наследия необходима для определения их потенциала для пространственного развития территории.

Таблица 1

Категории ценности, применяемые при оценке историко-культурной ценности памятников архитектуры

Категории ценности	Методика, предложенная С. В. Зеленовой	Методика, предложенная А. В. Слабухой	Методика, предложенная О. И. Пруцким	Методика, предложенная департаментом культурного наследия г. Москвы	Методика, предложенная Ю. Ю. Курашовым	Методика, предложенная Институтом наследия	Количество упоминаний
историческая (материальная) ценность	+	+	+	+	+		5
мемориальная ценность		+					1
ландшафтно-средовая ценность		+					1
градостроительная ценность	+	+	+	+	+		5
архитектурная (архитектурно-художественная, архитектурно-эстетическая) ценность	+	+	+	+	+		5
строительно-технологическая ценность		+					1
инженерно-техническая ценность		+					1
научная (научно-реставрационная, научно-реконструкционная) ценность	+	+	+	+	+		5
подлинность					+	+	2
целостность					+	+	2
сохранность					+	+	2
охрана				+		+	2
наличие в списках наследия ЮНЕСКО						+	1
функциональная ценность			+		+	+	3
художественная (эмоционально-художественная, эстетическая) ценность	+		+		+		4

Каждая категория ценности, по которой производится оценка, состоит из ряда критериев, позволяющих определить его численное значение при помощи выбора наиболее подходящего атрибута, каждому из которых присвоен определенный балл. Балльный метод оценки наиболее часто применяется при проведении историко-культурной экспертизы объектов культурного наследия. При определении критериев для каждой из категорий ценности

использовались нормативно-правовые акты, а также существующие на сегодняшний день методики историко-культурной оценки ценности объектов культурного наследия. На рис. 1 в виде иерархии представлена разработанная в ходе исследования качественная модель проблемы, которая заключается в определении потенциала объектов культурного наследия для пространственного развития территории на примере объекта архитектурного наследия.

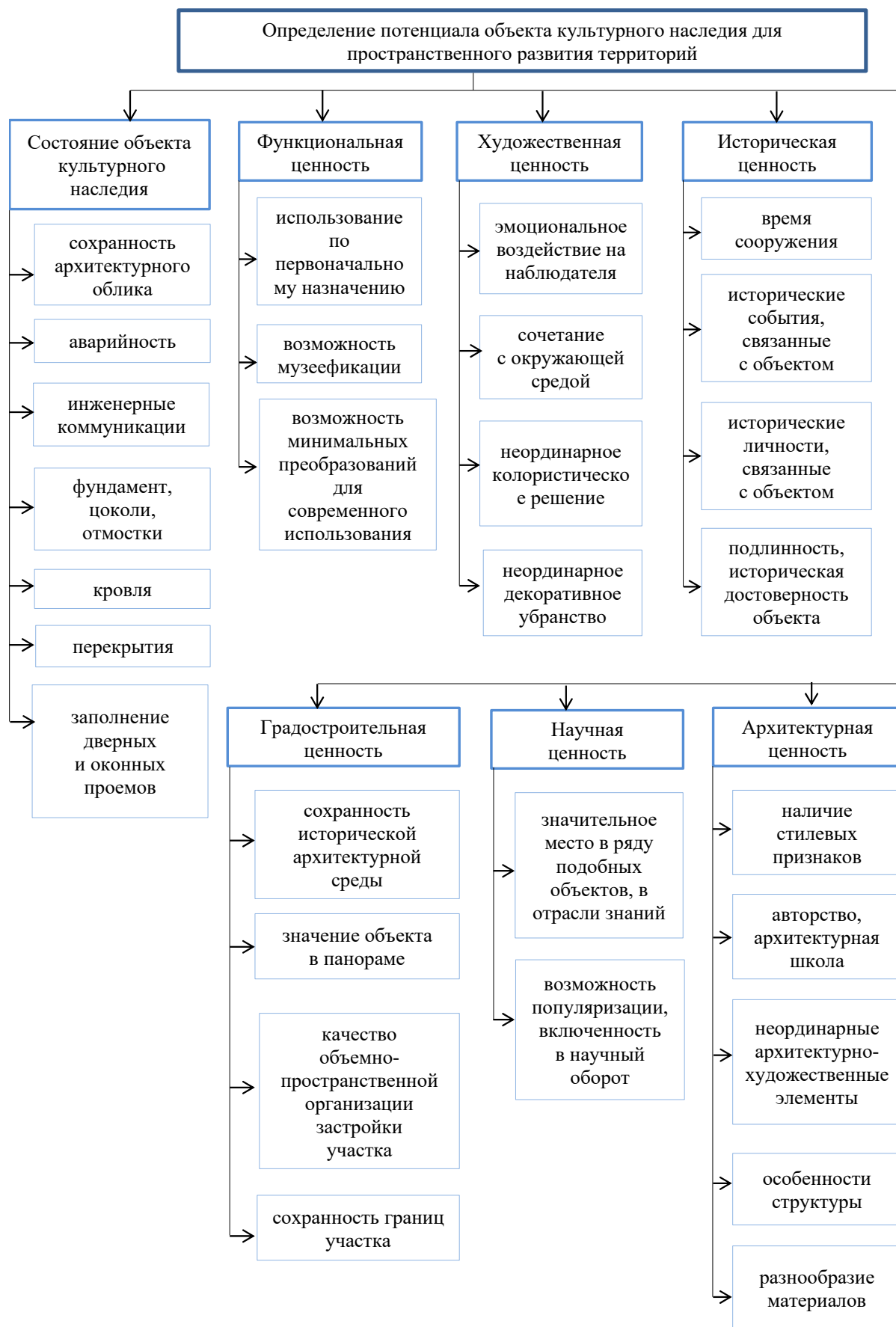


Рис. 1. Определение потенциала объекта культурного наследия для пространственного развития территории на примере объекта архитектурного наследия

Для корректной оценки потенциала объекта культурного наследия необходимо определить «вес», то есть численное значение приоритета каждой категории ценности. Для расчета приоритета категории ценности было решено использовать экспертный метод оценки.

Широкое распространение в настоящее время получил способ определения «веса», основанный на методе анализа иерархий Т. Саати [9]. Этот метод подразумевает парное сравнение параметров и составление матрицы парных сравнений.

Перед началом экспертной оценки определяется количественный состав экспертной группы. Рассмотрим несколько способов определения количества экспертов, необходимых для проведения экспертного опроса, описанных в литературе.

В методике обработки данных экспертного опроса, которая предложена Е. Марголиным, должно выполняться условие $m \geq n$, где n – число параметров, которые подлежат ранжированию, а m – количество экспертов [10].

Согласно принципу Гештальта, количество экспертов, принимающих участие в экспертной оценке, должно быть не более 10 человек [11].

Ю. В. Зерный в своих исследованиях опирается на практический опыт и рекомендует включать в состав экспертной группы от 7 до 20 экспертов [12]. Б. М. Жуковым предложено привлекать к экспертной оценке не менее 10 и не более 30 человек [13].

Другой подход к формированию состава экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие решений [11], предполагает применение следующей формулы:

$$m \geq 0,5 \cdot \left(\frac{0,33}{b+5} \right),$$

где b – ошибка результата экспертного анализа ($0 < b < 1$).

Максимально допустимая ошибка экспертного анализа равна 5 % [11], соответственно $b = 0,05$, а минимальное количество экспертов в этом случае не может быть меньше 6.

В литературе можно встретить методики, позволяющие определить оптимальный числен-

ный состав экспертной группы, в которых также учитывается компетентность экспертов [11].

На основании анализа всех рассмотренных методик определения количественного состава экспертной группы, было принято решение в рамках исследования в состав экспертной группы включить 7 специалистов. Такого количества экспертов достаточно, исходя из количества категорий ценности, подлежащих ранжированию.

При формировании экспертной группы учитывались уровень знаний и опыт в сфере пространственного развития территорий и управления объектами культурного наследия, а также их возможность принять участие в исследовании. Однако было решено не проводить оценки уровня компетентности каждого члена экспертной группы.

Определение численных значений приоритетов параметров, при помощи которых производится оценка потенциала объекта культурного наследия для пространственного развития территорий, выполняется при помощи анкетирования членов экспертной группы и дальнейшей обработки полученных результатов [14].

Основная задача экспертной оценки – определение степени влияния каждого из параметров на цель исследования. Для расчета численных значений приоритетов категорий ценности, применяемых при оценке потенциала объектов культурного наследия для пространственного развития территорий, строятся матрицы парных сравнений, где применяется шкала относительной важности, в которой:

1 – оба сравниваемых параметра имеют одинаковую значимость;

3 – умеренное превосходство одного параметра над другим;

5 – существенное превосходство одного параметра над другим;

7 – значительное превосходство одного параметра над другим;

9 – очень сильное превосходство одного параметра над другим;

2, 4, 6, 8 – промежуточные значения [15].

Количество ответов для каждого эксперта для построения матрицы парных сравнений для n параметров равно: $n \cdot \frac{n-1}{2}$ [16].

В данном исследовании $n = 7$, следовательно, количество необходимых ответов – 21.

При заполнении матриц было необходимо определить значение элементов, расположенных над главной диагональю, так как согласно свойству обратной симметричности, элементы под главной диагональю можно вычислить по формуле $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ [16]. При этом

значения элементов, расположенных на главной диагонали, всегда равны 1.

Для оценки достоверности и качества данных, полученных по результатам анкетирования экспертов, для каждой матрицы парных сравнений, составленной по результатам анкетирования экспертов, был вычислен индекс согласованности (ИС) по формуле

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1},$$

где n – размерность таблицы; λ_{max} вычисляется следующим образом: суммируется каждый столбец матрицы парных сравнений, затем вычисляется произведение суммы первого столбца на локальный вектор приоритетов первой строки матрицы, произведение суммы вто-

рого столбца на локальный вектор приоритетов второй строки матрицы и т. д., а все полученные произведения суммируются [16, 17].

Чтобы суждения, полученные при помощи парных сравнений, можно было считать удовлетворительными, отношение согласованности, вычисленное по формуле, представленной ниже, согласно Т. Саати, не должно быть больше 0,1

$$ОС = \frac{ИС}{СС},$$

где СС – случайная согласованность или среднее значение индекса однородности в зависимости от порядка матрицы, известна и представлена в табл. 2.

В нашем случае СС будет равна 1,32, а индекс согласованности не должен превышать 0,1. При соблюдении этих условий можно утверждать, что оценки экспертной группы, на основе которых составлена матрица парных сравнений, согласованы и удовлетворительны. Экспертные анкеты, отношение согласованности которых превышает 0,1, должны быть исключены из дальнейших расчетов, а состав экспертной группы скорректирован [16].

Таблица 2

Среднее значение индекса однородности в зависимости от порядка матрицы

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СС	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Данные, полученные в результате построения матриц парных сравнений, обрабатываются – производится расчет локальных векторов приоритетов. Расчет локального вектора приоритетов выполняется следующим образом. Производится вычисление произведения всех элементов каждой строки, из него извлекается корень n -й степени и вычисляется сумма полученных результатов. Далее производится деление каждого корня n -й степени на сумму всех корней n -й степени. Их сумма должна быть равна 1 [16,17].

Из полученных в результате расчетов локальных векторов приоритетов по каждой из матриц парных сравнений, составленных на основе анкетирования членов экспертной груп-

пы, необходимо сформировать сводный вектор приоритетов, который представлен в табл. 3. Расчет сводных векторов приоритета выполняется путем вычисления среднего арифметического из векторов приоритетов, рассчитанных для каждой из матриц парных сравнений, если предполагать компетентность экспертов одинаковой. Это требуется из-за того, что метод Саати изначально разработан для сравнения альтернатив, оцениваемых одним экспертом [14,18].

На основании проведенных вычислений были определены приоритеты параметров второго уровня иерархии (p):

- функциональная ценность – 36,4 %;
- техническое состояние объекта культурного наследия – 33,98 %;

- художественная ценность – 9,3 %;
- историческая ценность – 6,7 %;
- архитектурная ценность – 6,05 %;
- научная ценность – 4,66 %;
- градостроительная ценность – 2,9 %.

Непосредственную оценку потенциала объектов культурного наследия для пространственного развития территорий предлагается выполнять при помощи балльного метода.

Таблица 3

Расчет сводного вектора приоритетов

Параметр	Локальный вектор приоритетов							Сводный вектор
	эксперт № 1	эксперт № 2	эксперт № 3	эксперт № 4	эксперт № 5	эксперт № 6	эксперт № 7	
Функциональная ценность	0,3671	0,4049	0,3530	0,3536	0,3779	0,3360	0,3570	0,3642
Техническое состояние объекта культурного наследия	0,3671	0,2958	0,3372	0,3630	0,3315	0,3628	0,3211	0,3398
Художественная ценность	0,0525	0,0851	0,1054	0,1092	0,1111	0,0928	0,0947	0,0930
Историческая ценность	0,0579	0,0600	0,0700	0,0624	0,0600	0,0722	0,0863	0,0670
Архитектурная ценность	0,0639	0,0732	0,0520	0,0512	0,0544	0,0652	0,0633	0,0605
Научная ценность	0,0525	0,0520	0,0517	0,0379	0,0396	0,0456	0,0470	0,0466
Градостроительная ценность	0,0390	0,0290	0,0306	0,0227	0,0255	0,0253	0,0307	0,0290
Итого								1,0

Для того чтобы учитывать приоритеты параметров оценки, был введен коэффициент приоритетности параметра (Kp), рассчитанный на основе определенных ранее приоритетов параметров (p), по формуле

$$Kp_i = \frac{p_i}{p_{\max}}$$

где p_i – значение приоритета i -го параметра; p_{\max} – наибольшее значение приоритета.

В целях формализации и автоматизации процесса оценки потенциала объекта культурного наследия для пространственного развития территорий предложена формула:

$$Pt_q = \sum_{i=1}^n Pr_i,$$

где Pt_q – потенциал q -го объекта культурного наследия для пространственного развития территории; Pr_i – значение i -го параметра, который рассчитывается по формуле:

$$Pr_i = (\sum_{j=1}^n k_{ji}) \cdot Kp_i,$$

где k_{ji} – значение j -го критерия i -го параметра; Kp_i – значение коэффициента приоритетности i -го параметра.

Полученные в результате вычислений численные значения потенциала объекта

культурного наследия для пространственного развития территорий Pt_q необходимо обратиться в знания. Для этого предлагается разработать шкалу, позволяющую отнести численное значение потенциала каждого объекта культурного наследия для пространственного развития территорий к одной из m категорий. Число категорий может быть любым, в зависимости от задач, которые будут решаться на основе знаний.

Так, например, пятиступенчатая шкала при оценке потенциала объекта культурного наследия – памятника архитектуры для пространственного развития территорий, может содержать такие категории:

- высокий потенциал;
- повышенный потенциал;
- средний потенциал;
- пониженный потенциал;
- низкий потенциал.

Раскроем значение каждой из этих категорий.

Высокий потенциал объекта культурного наследия для пространственного развития территорий подразумевает возможность использования объекта культурного наследия для осуществления мер, направленных на улучшение уровня пространственного развития территории, на которой расположен объект, без его существенных преобразований и материальных вложений.

Под повышенным потенциалом объекта культурного наследия для пространственного развития территорий подразумевается возможность использования объекта культурного наследия для осуществления мер, направленных на улучшение уровня пространственного развития территории, на которой расположен объект, с минимальными его преобразованиями и/или материальными затратами.

Средний потенциал объекта культурного наследия для пространственного развития территорий подразумевает возможность использования объекта культурного наследия для осуществления мер, направленных на улучшение уровня пространственного развития территории, на которой расположен объект при проведении работ по реконструкции, перестройке или переустройству объекта, ко-

торые влекут за собой существенные материальные, трудовые и временные затраты.

Пониженный потенциал объекта культурного наследия для пространственного развития территорий подразумевает возможность его использования для осуществления мер, направленных на улучшение уровня пространственного развития территории, на которой расположен объект, только после его полной перестройки и/или воссоздания, что потребует больших материальных, трудовых и временных затрат.

Низкий потенциал объекта культурного наследия для пространственного развития территорий подразумевает практическую невозможность использования объекта культурного наследия для осуществления мер, направленных на улучшение уровня пространственного развития территории, на которой расположен объект.

Для определения «шага» разрабатываемой шкалы (h) предлагается использовать метод равных интервалов и формулу:

$$h = \frac{\sum Pt_{\max} - \sum Pt_{\min}}{k},$$

где k – количество категорий.

В нашем случае шкала будет иметь следующий вид:

- высокий потенциал – от 24,457 до 30,57 баллов;
- повышенный потенциал – от 18,343 до 24,456 баллов;
- средний потенциал – от 12,229 до 18,342 баллов;
- пониженный потенциал – от 6,115 до 12,228 баллов;
- низкий потенциал – от 0 до 6,114 баллов.

Для каждого объекта культурного наследия вычисляется значение его потенциала для пространственного развития территории. Далее определяется интервал, в который входит полученное значение.

Автоматизация процесса получения геопространственных знаний о потенциале объектов культурного наследия для пространственного развития территорий осуществляется при помощи табличного редактора Microsoft Excel. В ячейки таблицы вносится формула, позволя-

ющая обратить численные значения потенциала объекта культурного наследия для пространственного развития территорий Pt_q в геопространственные знания. Например, для памятника, который указан первым в таблице «Потенциал памятников архитектуры для пространственного развития территории» эта формула имеет следующий вид:

=ЕСЛИ($I2 \leq 6,114$; «низкий потенциал»; ЕСЛИ($I2 > 6,114 * I2 \leq 12,228$; «пониженный потенциал»; ЕСЛИ($I2 > 12,228 * I2 \leq 18,342$; «средний потенциал»; ЕСЛИ($I2 > 18,342 * I2 \leq 24,456$; «повышенный потенциал»; ЕСЛИ($I2 > 24,456$; «высокий потенциал»))))).

По аналогии составляются формулы для других типов объектов культурного наследия. Таким же образом в дальнейшем выполняется переход от численных значений культурно-исторического потенциала районов к знаниям о культурно-историческом потенциале районов Новосибирской области.

Описанный выше способ оценки потенциала объектов культурного наследия для пространственного развития территорий позволяет выполнить формализацию геопространственных знаний об объектах культурного наследия и частично автоматизировать процесс получения знаний, заполнения базы геопространственных знаний об объектах культурного наследия и отображения геопространственных знаний об объектах культурного наследия на картографических изображениях.

Разработка структуры и содержания базы геопространственных знаний объектов культурного наследия

База знаний, содержащая формализованные геопространственные знания об объектах культурного наследия, позволяет при помощи метазнаний о них автоматически составлять различные по содержанию и форме представления виды картографических произведений объектов культурного наследия в среде ГИС.

База геопространственных знаний, на основе которой будут создаваться различные

картографические произведения, должна состоять из множества связанных между собой определенным образом электронных таблиц.

В процессе исследования была разработана концептуальная схема структуры базы геопространственных знаний объектов культурного наследия для пространственного развития территорий, представленная на рис. 2. Так как практически любая база знаний включает в себя три основных элемента: фактографическую информацию, модели знаний и метазнания, – база геопространственных знаний объектов культурного наследия для пространственного развития территорий включает в себя таблицы, которые выполняют функции этих элементов.

Так, к элементам базы знаний, содержащим фактографическую информацию, относятся две группы таблиц: «Памятники...» (архитектуры, истории, искусства, археологии) и «Подробные сведения о памятниках...» (архитектуры, истории, искусства, археологии). Источниками для заполнения таблиц «Памятники...» служат Перечни объектов культурного наследия, а также различные интернет-ресурсы. Источниками для заполнения таблиц «Подробные сведения о памятниках...» являются Акты обследования объектов культурного наследия.

Источниками для составления групп таблиц «Матрица парных сравнений эксперта №...» являются анкеты, заполненные членами экспертной группы.

В таблицах «Коэффициенты приоритетности параметров оценки памятников...» содержатся формулы, позволяющие автоматизировать расчеты численных значений приоритета параметров оценки объектов культурного наследия.

В таблице «Потенциал ОКН для пространственного развития территорий» содержатся формулы, позволяющие рассчитать для каждого из объектов культурного наследия его потенциал для пространственного развития на основе данных из таблиц «Подробные сведения о памятниках...» и «Коэффициенты приоритетности параметров оценки памятников...». Помимо этого, в таблице реализована возможность перехода от числовых значений к геопространственным знаниям. Знания из этой таблицы можно отобразить на картографическом изображении.

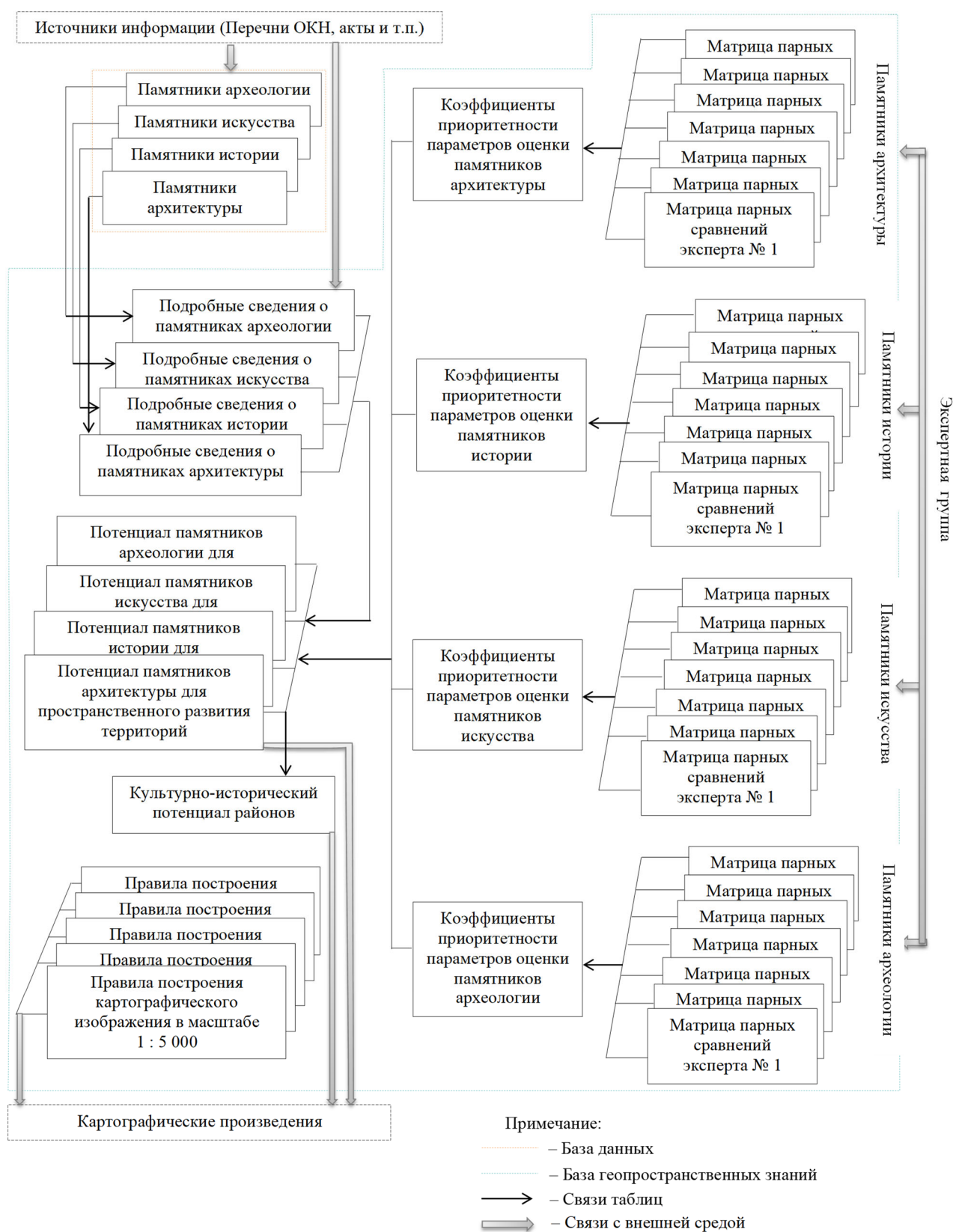


Рис. 2. Концептуальная схема структуры базы геопространственных знаний объектов культурного наследия для пространственного развития территорий

Таблица «Культурно-исторический потенциал районов» позволяет автоматизировать процесс расчета числовых значений культурно-исторического потенциала районов и осуществить переход к знаниям. Геопространственные знания из данной таблицы для большей наглядности можно отобразить на картографическом изображении.

Принципы отображения геопространственных знаний об объектах культурного наследия на картографических произведениях

При составлении картографического произведения нет особого значения, что именно подлежит отображению – информация или знания, они показываются одинаковыми способами [2, 3].

Однако для того, чтобы на картографическом изображении пользователь мог четко отличить информацию от геопространственных знаний, необходимо разработать принципы отображения геопространственных знаний.

По причине того, что геопространственные знания могут отображаться как отдельно, так и совместно с информацией, предлагается указывать в легенде принадлежность элементов тематического содержания к геопространственным знаниям. При внесении геопространственных знаний в окно с атрибутивной информацией следует выделять геопространственные знания отличным от информации цветом текста.

Для наглядного отображения знаний о потенциале объектов культурного наследия для пространственного развития территорий, расположенных в территориальных единицах, на картографическом изображении предлагается использовать способ картограммы. Выбранный способ картографического отображения подразумевает применение относительных показателей.

Для отображения геопространственных знаний о потенциале объектов культурного наследия для пространственного развития территорий, расположенных в территориальных единицах, предлагается использовать показатель Ps – культурно-исторический потенциал территории, который представляет собой частное от суммарного потенциала объектов культурного наследия для пространственного развития территории (Pv), располо-

женных на территориальной единице (T) на выбранную единицу площади (S). Таким образом, культурно-исторический потенциал территории можно рассчитать по формуле

$$Ps_l = \frac{Pv_l}{S},$$

где l – количество территориальных единиц; Pv_l – рассчитывается по формуле; $Pv_l = \sum_{q=1}^z Pt_q$, z – количество объектов культурного наследия, расположенных на l -й территориальной единице;

При этом должно выполняться условие

$$\sum_{q=1}^z Pt_q \in T_l.$$

Выбор единицы площади (S) зависит от площади картографируемой территории. При составлении карты региона Российской Федерации чаще всего в качестве единицы площади (S) используют 1 000 км².

Затем разрабатывается индивидуальная шкала, для наглядности отображения картографируемого показателя. Она создается по аналогии со шкалой для потенциала объектов культурного наследия для пространственного развития территорий и ее «шаг» (H) рассчитывается по формуле

$$H = \frac{\sum Ps_{\max} - \sum Ps_{\min}}{K},$$

где K – количество категорий в разрабатываемой шкале.

Результаты и их обсуждение

Для оценки полученных результатов исследования – предложенных методических решений картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия для пространственного развития территорий – была проведена их апробация. В процессе исследования был разработан картографический веб-сервис «Культурное наследие Новосибирской области», который представлен на рис. 3.

Картографический веб-сервис создавался на базе веб-ГИС платформы «GeoMixer», куда при помощи экспорта загружались электрон-

ные таблицы. Нанесение элементов тематического содержания выполнялось посредством геокодирования, что значительно сократило

временные затраты на создание картографического веб-сервиса. Разработанная система условных обозначений представлена на рис. 4.

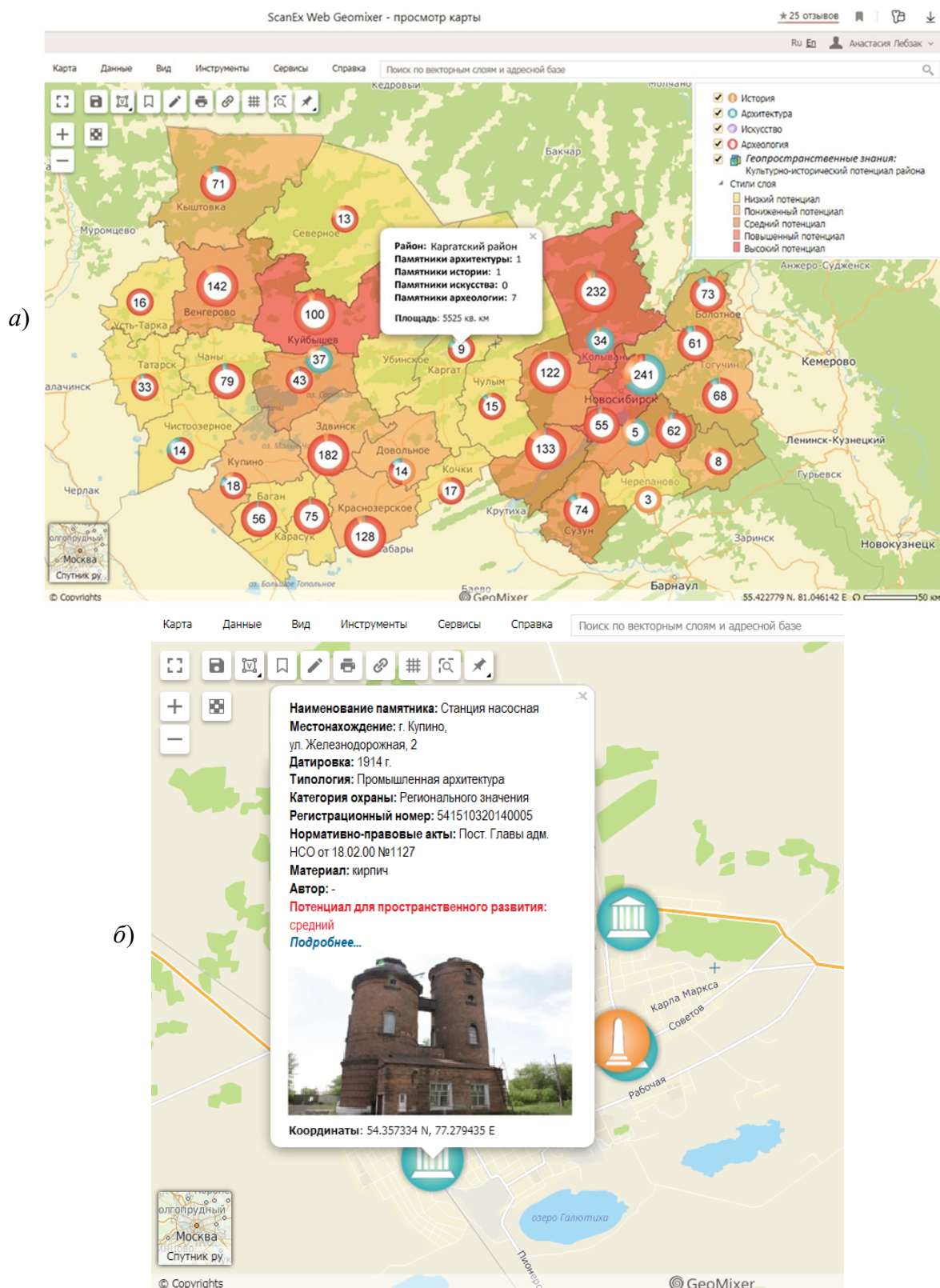


Рис. 3. Прототип картографического веб-сервиса «Культурное наследие Новосибирской области»: а) в мелком масштабе; б) в крупном масштабе

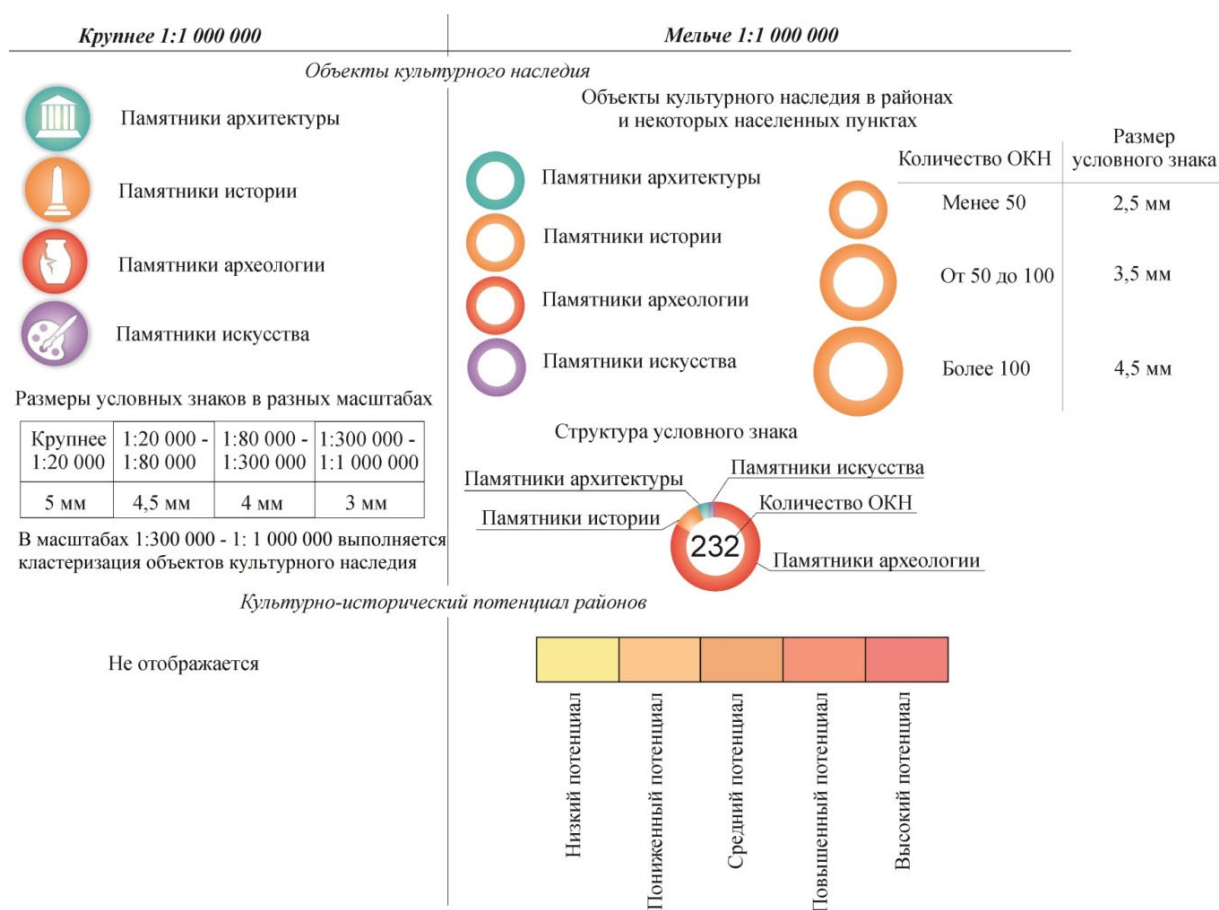


Рис. 4. Условные обозначения прототипа картографического веб-сервиса «Культурное наследие Новосибирской области»

Заключение

Расширение представления о карте как источнике пространственной информации и дополнение ее содержания геопространственными знаниями свидетельствует о новом этапе развития тематической картографии.

Результатом проведенных исследований являются разработанные методические решения картографирования геопространственных знаний об объектах культурного наследия для пространственного развития территорий. В процессе исследования был разработан и формализован процесс получения геопространственных знаний об объектах культурного наследия. Разработаны структура и со-

держание базы геопространственных знаний объектов культурного наследия для пространственного развития территорий. Сформулированы принципы отображения геопространственных знаний об объектах культурного наследия на картографических произведениях. Проведена апробация предложенных методических основ.

Исследования, связанные с картографированием геопространственных знаний, находятся на начальном этапе и в дальнейшем будут расширяться и углубляться, в том числе и в сфере автоматизации сбора, систематизации и обработки фактографической информации, необходимой для формирования знаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Осипов А. Г., Савиных В. Н. Геоинформационно-когнитивная репрезентация территориальных ресурсов // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 120–129.
2. Янкелевич С. С., Антонов Е. С. Концепция нового вида карт, основанного на знаниях // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 188–196.

3. Антонов Е. С. Геокогнитивные карты и технологии – новый этап в картографии // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 140–150.
4. Антонов Е. С., Лисицкий Д. В., Янкелевич С. С. Теоретико-методологическое представление прямого перехода от геоинформации к геознаниям // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 82–90.
5. Лебзак А. О., Янкелевич С. С. Современные направления развития картографирования объектов культурного наследия // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 78–85.
6. Слабуха А. В. Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 2): критерии и метод в современной экспертной практике // Человек и культура. – 2016. – № 6. – С. 9–22.
7. Курашов Ю. Ю. Критерии оценки объектов культурного наследия: культурно-исторический аспект и правовое решение // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2017. – № 4. – С. 40–44.
8. Бердюгина Ю. М., Курашов Ю. Ю. Разработка критериев статуса объекта культурного наследия // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2016. – № 3. – С. 36–43.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
10. Марголин Е. Методика обработки данных экспертного опроса // Полиграфия. – 2006. – № 5. – С. 14–16.
11. Постников В. М. Анализ подходов к формированию состава экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие решений // Наука и образование. – 2012. – № 5. – С. 333–346.
12. Зерный Ю. В. Польшаный А. Г., Якушин А. А. Управление качеством в приборостроении : учеб. пособие. – М. : Новый центр, 2011. – 479 с.
13. Жуков Б. М. Исследование систем управления : учеб. пособие. – М. : Дашков и К, 2011. – 208 с.
14. Шабаева Ю. И. Групповая экспертная оценка значимости факторов на основе использования метода парного сравнения [Электронный ресурс] // Инженерный Вестник Дона. – 2014. – № 4 – Режим доступа: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2691>.
15. Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В., Саати Т. Модификация метода анализа иерархий для расчета весов критериев при оценке инновационных проектов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6009>.
16. Бонохова А. О. Исследование данных опросов экспертов для заполнения базы знаний информационной экспертной системы вида распространения оперативной рекламы [Электронный ресурс] // Инженерный Вестник Дона. – 2012. – № 2. – Режим доступа: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/820>.
17. Корнилов Ю. Н. Технология обработки парных сравнений при проведении экспертной оценки // Записки Горного института. Современные проблемы освоения территорий. – 2013. – Т. 204. – С. 171–174.
18. Павлов А. Н., Соколов Б. В. Методы обработки экспертной информации: учеб.-метод. пособие. – СПб. : ГУАП, 2005. – 42 с.

Об авторах

Анастасия Олеговна Лебзак – аспирант кафедры картографии и геоинформатики.

Получено 07.04.2022

© А. О. Лебзак, 2022

Development of methodological aspects of mapping of geospatial knowledge about cultural heritage objects for spatial development of territories

*A. O. Lebzak¹**

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: a.o.lebzak@mail.ru

Abstract. Currently, mapping geospatial knowledge on maps is a poorly developed and very promising area of cartographic science. To date, there are no methods of mapping objects of cultural heritage that allow displaying not only information, but also geospatial knowledge about them. The article deals with the problem

of mapping geospatial knowledge about cultural heritage objects for the spatial development of territories. The purpose of the study is formulated, the analysis of existing methods for assessing the historical and cultural value of cultural heritage objects is given. The process of obtaining geospatial knowledge about cultural heritage objects has been developed and formalized. The structure and content of the base of geospatial knowledge of cultural heritage objects for the spatial development of territories are developed, the principles of displaying geospatial knowledge about cultural heritage objects on cartographic works are formulated. The proposed methodological foundations were tested by developing a prototype of the cartographic web service "Cultural Heritage of the Novosibirsk region".

Keywords: geospatial knowledge, thematic cartography, cultural heritage, mapping of cultural heritage objects

REFERENCES

1. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2020). Geoinformation and cognitive representation of territorial resources. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(4), 120-129 [in Russian].
2. Yankelevich, S. S., & Antonov, Ye. S. (2019). Concept of a new kind of knowledge-based maps. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 24(4), 188–196 [in Russian].
3. Antonov, E. S. (2020). Geocognitive maps and technologies – a new stage in cartography. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(2), 140–150 [in Russian].
4. Antonov, E. S., Lisitsky, D. V., & Yankelevich, S. S. (2021). Theoretical and methodological representation of the direct transition from geoinformation to geoscience. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(2), 82–90 [in Russian].
5. Lebzak, A. O., & Yankelevich, S. S. (2021). Modern directions of development of mapping of cultural heritage objects. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(6), 78–85 [in Russian].
6. Slabukha, A. V. (2016). Establishing the historical and cultural value of architectural heritage objects (part 2): criteria and method in modern expert practice. *Chelovek i kul'tura [Man and Culture]*, 6, 9–22 [in Russian].
7. Kurashov, Yu. Yu. (2017). Criteria for assessing cultural heritage objects: cultural and historical aspect and legal solution. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN [Academic Bulletin of UralNIiproekt RAASN]*, 4, 40–44 [in Russian].
8. Berdyugina, Yu. M., & Kurashov, Yu. Yu. (2016). Development criterion status obekta cultural heritage. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN [Academic Bulletin of UralNIiproekt RAASN]*, 3, 36–43 [in Russian].
9. Saati, T. (1993). *Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij [Decision-making. Hierarchy Analysis method]*. Moscow: Radio and communications Publ., 278 p. [in Russian].
10. Margolin, E. (2006). Methods of processing expert survey data. *Poligrafiya [Polygraphy]*, 5, 14–16 [in Russian].
11. Postnikov, V. M. (2012). Analysis of approaches to the formation of the composition of the expert group focused on preparation and decision-making. *Nauka i obrazovanie [Science and Education]*, 5, 333–346 [in Russian].
12. Zerny, Yu. V., Polyvanyy, A. G., & Yakushin, A. A. (2011). *Upravlenie kachestvom v priborostroenii [Quality management in instrument engineering]*. Moscow: New Center Publ., 479 p. [in Russian].
13. Zhukov, B. M. (2011). *Issledovanie sistem upravleniya [Research of control systems]*. Moscow: Dashkov and K Publ., 208 p. [in Russian].
14. Shabaeva, Yu. I. (2014). Group expert assessment of the significance of factors based on the use of the method of paired comparison. *Inzhenernyj Vestnik Dona [Engineering Vestnik of the Don]*, No. 4. Retrieved from <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2691> [in Russian].
15. Tikhomirova, A. N., & Sidorenko, E. V. (2012). Modification of the method of analyzing hierarchies by T. Saati for calculating the weights of criteria for evaluating innovative projects. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*, No. 2. Retrieved from <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6009> [in Russian].
16. Bonokhova, A. O. (2012). Research of expert survey data to fill in the knowledge base of the information expert system of the type of distribution of operational advertising. *Inzhenernyj Vestnik Dona [Engi-*

neering *Vestnik of the Don*], No. 2. Retrieved from <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/820> [in Russian].

17. Kornilov, Yu. N. (2013). Technology of processing paired comparisons during expert evaluation. *Zapiski Gornogoinstituta. Sovremennye problemy osvoeniya territorij [Notes of the Mining Institute. Modern problems of Development of Territories]*, 204, 171–174 [in Russian].

18. Pavlov, A. N., & Sokolov, B. V. (2005). *Metody obrabotki ekspertnoj informacii [Methods of processing expert information]*, St. Petersburg: GUAP Publ., 42 p. [in Russian].

Author details

Anastasiya O. Lebzak – Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics.

Received 07.04.2022

© A. O. Lebzak, 2022