

# КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАТИКА



УДК 528.91

DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-2-82-90

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРЯМОГО ПЕРЕХОДА ОТ ГЕОИНФОРМАЦИИ К ГЕОЗНАНИЯМ

*Евгений Сергеевич Антонов*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, e-mail: nvvku2007@mail.ru

*Дмитрий Витальевич Лисицкий*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института стратегического развития, тел. (383)344-35-62, e-mail: dlis@ssga.ru

*Светлана Сергеевна Янкелевич*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, проректор по учебной и воспитательной работе, тел. (383)343-39-57, e-mail: ss9573@yandex.ru

В статье рассмотрены новые подходы к созданию и использованию геознаний и связанного с ними геокогнитивного пространства. Использован формально-логический инструментарий для теоретико-множественного представления изучаемого процесса перехода от геоинформации к геознаниям. Введены и определены новые понятия для обобщенного теоретико-множественного представления процесса преобразования геоинформации конкретных пространственных задач о территории и находящихся на ней объектах в геознание, ориентированного на решение по геоинформационной модели местности или карте. Представлена укрупненная технологическая схема создания геокогнитивной карты. Приведен один из возможных вариантов решения задачи формирования геопространственного знания и создания на этой основе геокогнитивной карты путем прямого перехода от геоинформации к знаниям.

**Ключевые слова:** геоинформация, геознания, геокогнитивные технологии, когнитивные карты, геопространственная задача, геокогнитивная карта, геоинформационная модель, объект карты

### *Введение*

Важнейшей особенностью современного этапа развития человеческой цивилизации является начавшийся переход к новой форме постиндустриального общества, где доминирующей ценностью, экономической и ресурсной, становится «знание». Этот феномен касается абсолютно всех аспектов жизнедеятельности человека – от экономики до социальной сферы.

В области геопространственной индустрии это проявляется в процессах получения и применения пространственных знаний о территории, освоения когнитивных методов и технологий решения пространственных задач, переключения приоритетов от информационной функциональности на функциональность аналитическую. Движение в этом направлении четко прослеживается в передовой отечественной и зарубежной литературе, международных и национальных стратегических доку-

ментах по развитию геопространственной деятельности на ближайшие годы.

Ряд авторов в своих работах рассматривает базовые теоретические и методологические вопросы содержания и структуры пространственных знаний [1, 2]. А. П. Карпик и Д. В. Лисицкий проанализировали и предложили концептуальные структуры геопространственного обеспечения территорий на основе геопространственных знаний (геознаний). Авторами рассмотрены новые понятия и направления разработки геокогнитивных технологий, технологические уровни формализации и использования геознаний при подготовке пространственных решений для обеспечения территориального развития и управления. Также обоснована роль геопространственных знаний и предложен комплексный подход к процессам подготовки геопространственных решений для управления территорией на основе сочетания геоинформационного и геокогнитивного пространств [3, 4]. Работы [5, 6] посвящены исследованиям принципиально новых аспектов, процессов и явлений современной геопространственной деятельности в части формирования и формализации геознаний и создания на этой основе искусственного интеллекта. Здесь обозначены направления восхождения геопространственной деятельности на уровень производительной силы путем перехода от геоинформации к геознаниям и освоения когнитивных методов и технологий решения геопространственных задач. В работах рассмотрены сущность и особенности геопространственного обеспечения жизнедеятельности с точки зрения структурно-функционального подхода с использованием геознания [6]. Появилась необходимость логико-графического представления геознаний с помощью современного инструментария, в том числе и посредством карт. Предложена концепция нового вида карт, основанных на знаниях, которая дает возможность не только анализировать, структурировать и представлять в удобной форме любую актуальную информацию, но и преобразовывать, совершенствовать и применять на практике полученный интеллектуальный продукт [7].

Можно привести примеры практического применения геознаний при решении геопространственных задач, например, в военном

деле [8], при составлении экспериментальных геокогнитивных карт, например, транспортной сети и внедорожной проходимости района [9].

За рубежом вопросы перехода к геознаниям рассмотрены и продолжают обсуждаться на высоком стратегическом уровне, в том числе и на уровне Организации Объединенных Наций (ООН).

Например, на сайте компании «Geospatial Media» создан раздел «Инфраструктура геопространственных знаний», в котором сообщалось о запуске в январе 2020 г. при участии ООН международной кампании под названием «Продвижение вперед. Роль инфраструктуры геопространственных знаний в мировой экономике, обществе и окружающей среде» («Advancing Role of Geospatial Knowledge Infrastructure in World Economy, Society and Environment») [10] с целью «проецирования ценностного предложения геопространственных знаний, прогнозирования их актуальности и связанности с основами экономики и общества следующего поколения и пересмотр роли заинтересованных сторон: правительства, промышленности и гражданского общества». Здесь же отмечено, что «геопространственные знания касаются жизни миллиардов людей», а «инфраструктура геопространственных знаний (Spatial Knowledge Infrastructure – SKI) включает геопространственные данные, услуги и знания, которые соответствуют требованиям завтрашнего общества и следующего поколения, это решение проблем с помощью завтрашних инструментов».

В официальном документе, составленном Центром совместных исследований пространственной информации Австралии и Новой Зеландии (The Australia and New Zealand Cooperative Research Centre for Spatial Information – CRC SI) под названием «К инфраструктуре пространственных знаний» («Towards a Spatial Knowledge Infrastructure») отмечена необходимость разработки «... инфраструктуры пространственных знаний следующего поколения, которая перемещает повестку дня с традиционных концепций SDI на автоматическое создание, совместное использование, курирование и предоставление знаний (не только данных или информации)

в поддержку развивающейся цифровой экономики и роста знания в реальном времени в повседневное принятие решений и решение проблем» [11]. В этом документе также подчеркнута, что движение от данных к знаниям, пригодным для конкретных целей, будет стимулировать новые виды деятельности, в том числе для обеспечения умных транспортных сетей, городов и инфраструктуры. Главным принципом происходящей эволюции геоиндустрии авторы Белой книги считают следующий вывод: «Сегодня в пространственной сфере происходит смещение фокуса: от создания и поддержания данных, к созданию и поддержанию знания как основного источника ценности. Этот сдвиг обещает скачкообразное изменение эффективности и получения прибыли». Далее отмечено, что «знания извлекаются из информации и имеют последующую ценность для определения наилучшего курса действий», способствуют «пространственной осведомленности и подготовки граждан». Здесь же подчеркнута, что «SKI в сочетании с новыми технологиями семантической паутины поможет соединять, интегрировать и анализировать данные и, как следствие, будет стимулировать новые виды деятельности, основанные на знаниях, например, более умные транспортные сети, гибкие и устойчивые города и интеллектуальное планирование инфраструктуры. Общим потоком, необходимым для этих основанных на знаниях решений, является доставка данных и информации в режиме реального времени с использованием межмашинного обмена данными и прогнозной аналитики “на лету”».

В Европейском союзе принята и реализуется директива INSPIRE на создание базы знаний на основе геопространственных данных по многим тематикам для всей территории Евросоюза на основе программного обеспечения компании Esri [12].

В австралийской национальной стратегии, посвященной геопространственным данным о высотах и глубинах (Elevation and Depth 2030) на период до 2030 г. сделаны выводы о том, что «полезность геопространственной информации будет расширяться в будущем, поскольку искусственный интеллект и машинное обучение все чаще используются для

поддержки человеческого мышления посредством выработки знаний» [12, 13].

Таким образом, даже краткий экскурс в проблемы формирования и освоения геознаний показывает, что революционным аспектом преобразования геопространственной деятельности становится перспектива перехода от геоинформации к геознаниям, освоения когнитивных методов и технологий решения геопространственных задач, формирования геопространственных знаний о территории, прогностического моделирования и выработки интеллектуальных геопространственных решений.

### *Материалы и методы*

Целью настоящего исследования является выявление, обоснование и определение сущности, основных особенностей и принципиальных моментов, новых подходов к созданию и использованию геознаний и связанного с этим геокогнитивного пространства. Для этого нами использован формально-логический инструментарий для теоретико-множественного представления изучаемого процесса перехода от геоинформации к геознаниям.

Для обобщенного теоретико-множественного представления процесса преобразования геоинформации о территории и находящихся на ней объектах в геознание, ориентированного на решение по геоинформационной модели местности или карте (в дальнейшем тема исследования раскрывается на примере карты) конкретных пространственных задач, целесообразно ввести и определить следующие важные новые понятия:

1) картографический объект геознания –  $z_i$ , объект искомой геокогнитивной карты  $KZ$ , содержащий показатели соответствия характеристики объекта карты критериям конкретной геопространственной задачи  $S_t(z_i \in KZ)$ ;

2) отображение  $F_r$  анализа и оценки характеристик объектов карты с позиций решаемых пространственных задач и формирования на этой основе объектов геознания ( $F_r : K \Rightarrow KZ$ );

3) элементарная операция  $s_j$  оценки соответствия характеристик объекта карты критериям

риям геопространственной задачи  $S(s_j \in S, S = \{s_j / i = 1, \dots, r\})$ ;

4) основа механизма отображения  $F_r$  – упорядоченное множество  $U_d$  критериев  $u_d$  оценки характеристик объектов карты относительно требований решаемой пространственной задачи  $U_d \equiv \{U_1, U_2, \dots, U_q\}$ .

Аксиоматическими свойствами введенных понятий будут:

– для  $z_i$  – каждый картографический объект геознаний может интегрировать любой набор показателей удовлетворения критериям оценки, но не менее одного; не может существовать картографический объект геознаний, не удовлетворяющий ни одному из критериев. Например, оценка картографического объекта «мост» порождает картографический объект геознаний, удовлетворяющий совместно критериям грузоподъемности, габаритов, сезонных ограничений и других характеристик движения, но не может вообще не отразить ни один показатель соответствия хотя бы одному из этих критериев;

– каждому  $F_r$  – отображению функции анализа и оценки характеристик объектов карты требованиям решаемой пространственной задачи соответствует одно единственное множество критериев оценки  $U_d$ , т. е.  $\forall F_{r\exists}!U_d$ , где  $\exists! \forall F_{r\exists}!U_d$ , где  $\exists!$  – квантор единственности;

– каждая элементарная операция  $s_j$  оценивает соответствие характеристик объекта карты критериям геопространственной задачи только одним из показателей  $0 \vee 1$ , т. е.  $\forall s_j \in S \exists 0 \vee 1$ , где  $\forall$  и  $\exists$  кванторы общности и существования, соответственно;

– множество  $U_d$  никогда не может быть пустым ( $U_d \neq \emptyset$ ).

Теперь, в соответствии с введенными понятиями, переход от геоинформации к геознаниям можно представить следующим образом, используя набор понятий и их обозначений.

1. Геопространственный объект местности  $o_k$ .

2. Набор свойств  $o_k$ , зафиксированных в виде массива геоинформации

$$\langle g_{k1}, g_{k2}, \dots, g_{km} \rangle \leftrightarrow o_k.$$

3. Множество  $M$  геопространственных объектов местности  $o_k (o_k \in M)$ .

4. Геоинформационная модель геопространственного объекта местности  $mk$

$$mk = \langle c_{k1}, c_{k2}, \dots, c_{kn} \rangle.$$

5. Геоинформационная модель местности

$$M_m (M_m = \{m_k / k = 1, \dots, q\}).$$

6. Картографический объект

$$k_g (k_g = \langle h_{g1}, h_{g2}, h_{g3}, \dots, h_{gn} \rangle).$$

7. Множество  $K$  картографических объектов  $k_g (k_g \in K)$  – карта

$$K (K = \{k_g / g = 1, \dots, m\}).$$

8. Картографический объект геознания –  $z_i$ , ( $z_i = \langle p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}, \dots, p_{im} \rangle$ ).

9. Множество картографических объектов геознаний  $Z_s \equiv \{z_{s1}, z_{s2}, \dots, z_{sq}\} \neq \emptyset$ , т. е.

$$\forall k_g \in K \exists Z_s \equiv \{z_{s1}, z_{s2}, \dots, z_{sq}\}.$$

10. Геопространственная задача  $S_i$ .

11. Элементарная операция  $s_j$  в составе

$$S(s_j \in S, S_i = \{s_j / i = 1, \dots, r\}),$$

$$s_j = \langle q_{j1}, q_{j1}, q_{j1}, \dots, q_{jr} \rangle.$$

12. Отображение  $F_r$  объектов карты в объекты геознания ( $F_r : K \Rightarrow KZ$ ).

13. Критерии  $u_d$  оценки характеристик объектов карты.

14. Упорядоченное множество  $U_d$  критериев ( $u_d \in U_d$ ).

15. Способ картографической визуализации  $V$ .

16. Искомая геокогнитивная карта  $KZ$ .

На местности имеется множество  $M$  дискретных геопространственных объектов местности  $o_k$ , представленных в геоинформационной модели местности  $M_m$  в виде геоинформационных моделей объектов  $mk$  и затем отображенных на карте  $K$  известными способами кар-

тографической визуализации  $V_k$  в виде картографических объектов  $k_g$  в единой инфраструктуре (система координат и высот, масштаб, детальность, точность, математическая основа, условные знаки), т. е.  $M = \{o_k / k = 1, \dots, m\}$ ,  $M_m = \{m_k / k = 1, \dots, m\}$ ,  $K = \{k_g / g = 1, \dots, m\}$ .

Каждый из объектов местности  $o_k$  обладает объективным набором свойств  $\langle g_{k1}, g_{k2}, \dots, g_{kn} \rangle \leftrightarrow o_k$ , которые отображаются в геоинформационной модели местности  $M_m$  кортежами геоинформации вида  $\langle c_{k1}, c_{k2}, \dots, c_{kn} \rangle \leftrightarrow m_k$  на карте геоинформацией в виде упорядоченной совокупности характеристик уже картографических объектов  $\langle h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{in} \rangle \leftrightarrow k_g$ , при этом  $m_k$  является элементом геоинформационной модели местности  $M_m$ , а  $k_g$  – элементом карты  $K$  ( $m_k \in M_m, k_g \in K$ ). Каждый картографический объект  $k_g$  содержит объективную геоинформацию о характеристиках объекта местности  $o_k$  и для каждого из них существует непустое множество картографических объектов геознаний  $Z_s \equiv \{z_{s1}, z_{s2}, \dots, z_{sq}\} \neq \emptyset$ , т. е.  $\forall k_g \in K \exists Z_s \equiv \{z_{s1}, z_{s2}, \dots, z_{sq}\}$ , где  $\forall$  и  $\exists$  – кванторы общности и существования, соответственно. Например, критериальная оценка реки с разными глубинами и типом дна порождает несколько картографических объектов геознаний с разными показателями водной переправы.

Для каждой решаемой геопространственной задачи  $S_i$  на множестве  $K$  картографических объектов  $k_g$  ( $k_g \in K$ ) осуществляется  $r$ -е отображение  $F_r$  путем сопоставления и оценки кортежа характеристик каждого  $i$ -го объекта карты  $k_i$  относительно заданного кортежа критериев  $U_d$  данной задачи и формирования на этой основе новых кортежей характеристик картографических объектов геознаний. Указанное отображение выполняется по каждой элементарной операции  $s_j$ , в результате чего формируются показатели удовлетворения (соответствия) характеристик объекта  $k_g$  заданным критериям и некоторые наследованные характеристики  $k_g$ , в первую очередь его местоположение, форма и размеры. Сформированные кортежи определяются как новые картографи-

ческие объекты геознания  $z_i$ , совокупность которых и образует множество  $Z_i$ , отражающее критерии задачи  $S_i$  и являющееся содержанием будущей геокогнитивной карты. Тождественные по показателям кортежи могут образовывать кластеры и соответствующие им картографические объекты геознаний после осуществления на множестве  $Z_i$  типовой функции картографической визуализации  $V$  и получается искомая геокогнитивная карта  $KZ_j$ .

Учитывая, что в системе анализа объекты карты, геоинформационные модели объектов, картографические объекты геознаний и критерии решаемой задачи в рамках элементарных операций  $s_j$  заданы соответствующими кортежами характеристик вида

$$\begin{aligned} k_g &= \langle h_{g1}, h_{g2}, h_{g3}, \dots, h_{gn} \rangle; \\ m_k &= \langle c_{k1}, c_{k2}, c_{k3}, \dots, c_{kn} \rangle; \\ z_i &= \langle p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}, \dots, p_{im} \rangle; \\ s_j &= \langle q_{j1}, q_{j2}, q_{j3}, \dots, q_{jr} \rangle, \end{aligned}$$

и именно на этом уровне происходит анализ, описываемый процесс можно представить формально следующими выражениями:

$$\begin{aligned} &\{F_j: \langle h_{g1}, h_{g2}, h_{g3}, \dots, h_{gn} \rangle \rightarrow \\ &\rightarrow \langle p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}, \dots, p_{im} \rangle | \langle q_{j1}, q_{j1}, q_{j1} \dots q_{jr} \rangle\}; \\ &F_j: k_g \rightarrow z_i | s_j; \\ &Z_s \equiv \{z_{s1}, z_{s2}, \dots, z_{sq}\}; \\ &\{\cup Z_s | s = 1, \dots, w \rightarrow KZ\} \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} &\{F_j: \langle \langle c_{k1}, c_{k2}, \dots, c_{kn} \rangle \rightarrow \\ &\rightarrow \langle p_{i1}, p_{i2}, p_{i3}, \dots, p_{im} \rangle | \langle q_{j1}, q_{j1}, q_{j1} \dots q_{jr} \rangle\}; \\ &F_j: m_k \rightarrow z_i | s_j; \\ &Z_s \equiv \{z_{s1}, z_{s2}, \dots, z_{sq}\}; \\ &\{\cup Z_s | s = 1, \dots, w \rightarrow KZ\}, \end{aligned}$$

т. е. в общем случае множества  $Z_s$  могут объединяться произвольным способом, образуя любое универсальное содержание  $KZ$ .

## Результаты

Таким образом, приведенное формализованное представление изучаемого процесса показывает, что анализ и переработка геоинформации об объектах местности с помощью когнитивных способностей человека и с позиций пригодности и использования этих объектов в его жизнедеятельности формируют определенное знание об этих объектах. Геоинформация, полученная как результат обработки первичных геопространственных данных об окружающем пространстве, обеспечивает познание свойств этого пространства и появление новых геознаний. Человек изучает пространственные свойства окружающей среды через умственное восприятие и переработку геоинформации.

Рассмотренный процесс перехода от геоинформации к геознаниям можно предметно представить на примере решения частной геопространственной задачи.

В рамках решаемой задачи составления геокогнитивной карты транспортной доступности территории вычленяется отдельная элементарная операция по проезду с одного берега на другой транспортного средства с известной грузоподъемностью, например, 5 тонн. На территории имеются несколько мостовых переходов с известными характеристиками грузоподъемности, отраженными на исходной карте. Каждый мостовой переход анализируется по заданному критерию грузоподъемности (5 тонн), и отбираются мосты, удовлетворяющие заданному критерию, представляются как картографические объекты геознания по данной элементарной операции, объединяются в кластеры однотипных объектов, заносятся в содержание составляемой геокогнитивной карты вместе с объектами геознания, сформированными по другим элементарным операциям. Выполняются процедуры картографической визуализации и в итоге получается искомая геокогнитивная карта транспортной доступности территории.

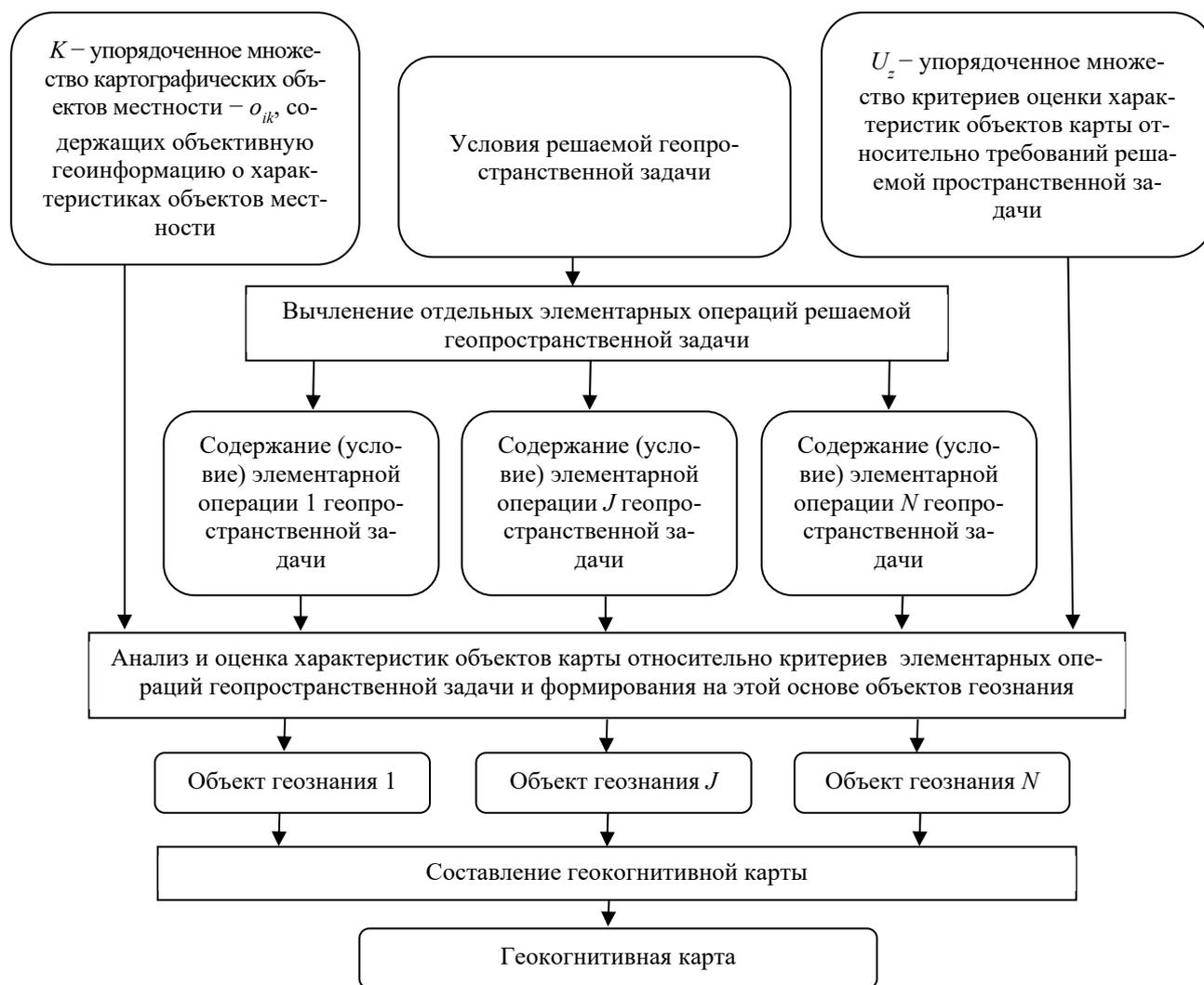
Можно привести еще один пример геокогнитивной карты лесохозяйственной отрасли. Например, необходимо определить имеющиеся запасы дикорастущей промысловой продукции. Геопространственные знания о местах произрастания дикоросов получают на основе сопоставления знаний о типичных местах произрастания дикоросов с геопространственной инфор-

мацией о природных объектах (растительности, гидрографии, болотах и рельефе), расположенных на конкретной территории, для этого может использоваться, например, карта преобладающих пород леса. Сопоставив все эти факторы, можно выделить ареалы (кластеры) размещения дикоросов по видам (грибы, ягоды, орехи и т. д.) и наглядно представить геопространственные знания о размещении дикоросов посредством составления карты дикорастущей промысловой продукции. При произрастании на одной территории нескольких дикоросов на карте используется несколько вариантов их отображения – в зависимости от значимости одного дикороса по сравнению с другим. Степень важности каждого вида дикорастущей промысловой продукции определяется для каждой территории индивидуально согласно указаниям лесничества. Так, разработанная карта может помочь в принятии управленческих решений в сфере лесного хозяйства, например, составлении долгосрочных прогнозов, касающихся экономической и хозяйственной деятельности на конкретном участке леса и т. п.

Приведенная последовательность действий может быть представлена в виде укрупненной технологической схемы создания геокогнитивной карты (рисунок).

Приведенный на рисунке процесс создания геокогнитивной карты осуществляется следующим образом.

Сначала формируются исходные данные: карта, содержащая упорядоченное множество картографических объектов местности; условия (формулировка) решаемой геопространственной задачи; набор критериев оценки характеристик объектов карты согласно решаемой пространственной задаче. Затем решаемая геопространственная задача делится на элементарные операции, результат выполнения каждой из которых может быть оценен только по одному критерию. По каждой операции выполняется оценка характеристик объектов карты на предмет их соответствия требованиям решаемой геопространственной задачи и объекты, характеристики которых удовлетворяют этим требованиям, придается статус объекта геознания. Этим объектам присваиваются новые условные знаки, и они наносятся на исходную карту. Составленная таким образом карта является геокогнитивной.



Укрупненная технологическая схема создания геокогнитивной карты

### Заключение

Выполненное исследование раскрывает один из возможных вариантов решения задачи формирования геопространственного знания и создания на этой основе геокогнитивной карты путем прямого перехода от геоинформации к знаниям. Оно создает основу для дальнейших исследований и разработок методов, подходов и технологий использования геокогнитивных технологий в развитии

картографии и расширении ее возможностей в новой, наступающей эпохе развития человечества, основанной на использовании знаний. Исследования в этой области находятся еще только на самой начальной стадии и должны продолжаться и развиваться. Особенно перспективным представляется углубленный анализ феномена геознания, сформированного и отраженного на различных картах в сочетании с объективной геоинформацией о местности.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Майоров А. А. Геознание как новая форма знания // Международный электронный научный журнал «Перспективы науки и образования». – 2016. – № 4. – С. 23–31.
2. Савиных В. П. Геознание : монография. – М. : МАКС Пресс, 2016. – 132 с.
3. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Перспективные направления развития геодезической отрасли в условиях постиндустриальной эпохи и цифровой экономики // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 4. – С. 55–64. doi: 10.22389/0016-7126-2019-946-4-55-64.

4. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Перспективы развития геодезического и картографического производства и новая парадигма геопро пространственной деятельности // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 19–29.
5. Karpik A., Lisitsky D., Osipov A., Savinykh V. N. New paradigm of geoinformation space in territorial aspect [Electronic resource] // Turismo: estudos & praticas. – Rio Grande do Norte : Univ. do Estado do Rio Grande do Norte, 2020. – Caderno Suplementar, № 1. – 13 p. – Mode of access: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RTEP/article/view/544>. – Title from screen.
6. 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.
7. Янкевич С. С., Антонов Е. С. Концепция нового вида карт, основанного на знаниях // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 188–196.
8. Елюшкин В. Г. Геоинформационное обеспечение военных действий. От достаточности к превосходству. – Барнаул : ИП Колмогоров И. А., 2017. – 190 с.
9. Антонов Е. С. Геокогнитивные карты и технологии – новый этап в картографии // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 140–150.
10. Geospatial Knowledge Infrastructure [Electronic resource]. – Mode of access: <https://geospatialmedia.net/gki-campaign.html> (accessed: 15.09.2020).
11. Towards a Spatial Knowledge Infrastructure. White Paper [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.crcsi.com.au/assets/Program-3/CRCSI-Towards-Spatial-Knowledge-Whitepaper-web-May2017.pdf> (accessed: 15.09.2020).
12. The Power of Place: Geospatial is transforming our world. By Luca Budello. –2020. [Electronic resource]. – Mode of accessed: [https://www.geospatialworld.net/blogs/geospatial-is-transforming-our-world/?utm\\_source=Mailer+Subscribers&utm\\_campaign=74837262d6-GW-Newsletter\\_EMEA\\_12\\_Oct&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_7eab4439d7-74837262d6-139500538](https://www.geospatialworld.net/blogs/geospatial-is-transforming-our-world/?utm_source=Mailer+Subscribers&utm_campaign=74837262d6-GW-Newsletter_EMEA_12_Oct&utm_medium=email&utm_term=0_7eab4439d7-74837262d6-139500538) (accessed: 15.10.2020).
13. Elevation and depth 2030. Powering 3D Models of Our Nation. Elevation and Depth Information. Coordination and Innovation for Australia – A National Strategy [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.icsm.gov.au/sites/default/files/Elevation%20and%20Depth%202030%20Strategy.pdf> (accessed: 15.09.2020).

Получено 10.03.2021

© Е. С. Антонов, Д. В. Лисицкий, С. С. Янкевич, 2021

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL REPRESENTATION OF THE DIRECT TRANSITION FROM GEOINFORMATION TO GEOSCIENCE

*Evgenii S. Antonov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics, e-mail: [nvku2007@mail.ru](mailto:nvku2007@mail.ru)

*Dmitry V. Lisitsky*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Director of Scientific Research Institute of Strategic Development, phone: (383)344-35-62, e-mail: [dlis@ssga.ru](mailto:dlis@ssga.ru)

*Svetlana S. Yankelevich*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Vice-rector for Educational Work, phone: (383)343-39-51, e-mail: [ss9573@yandex.ru](mailto:ss9573@yandex.ru)

The article discusses new approaches to the creation and use of geoscience and the associated geo-cognitive space. It uses the formal-logical tools for the set-theoretic representation of the studied process of transition from geoinformation to geoscience. It introduces and defines new concepts for a generalized set-theoretic representation of the process of converting geoinformation about the territory and objects located on it into geoscience, focused on solving specific spatial problems using the geoinformation model of the area or the map. The article presents an enlarged technological scheme for creating a geo-cognitive map. It also presents one of

the possible solutions to the problem of forming geospatial knowledge and creating a geocognitive map on this basis by a direct transition from geoinformation to knowledge.

**Keywords:** geoinformation, geoscience, geo-cognitive technologies, cognitive maps, geospatial problem, geocognitive map, geoinformation model, map object

## REFERENCES

1. Maiorov, A. A. (2016). Geoknowledge is a new form of knowledge. *Mezhdunarodnyy elektronnyy nauchnyy zhurnal "Perspektivy nauki i obrazovaniya" [International Electronic Scientific Journal "Perspectives of Science and Education"]*, 4, 23–31 [in Russian].
2. Savinykh, V. P. (2016). *Geoznanie [Geoknowledge]*. Moscow: MAKS Press Publ., 132 p. [in Russian].
3. Karpik A. P., & Lisitsky, D. V. (2019). Surveying industry: prospective development directions in the post-industrial era and the digital economy. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 80(4), 55–64. doi: 10.22389/0016-7126-2019-946-4-55-64 [in Russian].
4. Karpik, A. P., & Lisitsky, D. V. (2020). Prospects for the development of geodesic and cartographic production and the new paradigm of geospatial activity. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(2), 19–29 [in Russian].
5. Karpik, A., Lisitsky, D., Osipov, A., & Savinykh, V. N. (2020). New paradigm of geoinformation space in territorial aspect. *Turismo: Estudos & Praticas*. Rio Grande do Norte: Univ. do Estado do Rio Grande do Norte, Caderno Suplementar, No. 1, 13 p. Retrieved from <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RTEP/article/view/544>.
6. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2020). Geoinformational-cognitive representation of territorial resources. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(4), 120–129 [in Russian].
7. 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].
8. Elyushkin, V. G. (2017). *Geoinformatsionnoe obespechenie voennykh deystviy. Ot dostatochnosti k prevoskhodstvu [Geoinformation support of military operations. From sufficiency to excellence]*. Barnaul: IP Kolmogorov I. A. Publ., 190 p. [in Russian].
9. Antonov, E. S. (2020). Geocognitive cards and technologies – a new phase in cartography. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(2), 140–150 [in Russian].
10. Geospatial Knowledge Infrastructure. (n. d.). Retrieved from <https://geospatialmedia.net/gki-campaign.html> (accessed 15.09.2020).
11. Towards a Spatial Knowledge Infrastructure. White Paper. (n. d.). Retrieved from <https://www.crcsi.com.au/assets/Program-3/CRCSTowardsSpatialKnowledgeWhitepaperwebMay2017.pdf> (accessed 15.09.2020).
12. The Power of Place: Geospatial is transforming our world. By Luca Budello. (2020). Retrieved from [https://www.geospatialworld.net/blogs/geospatial-is-transforming-our-world/?utm\\_source=Mailer+Subscribers&utm\\_campaign=74837262d6-GW-Newsletter\\_EMEA\\_12\\_Oct&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_7eab4439d7-74837262d6-139500538](https://www.geospatialworld.net/blogs/geospatial-is-transforming-our-world/?utm_source=Mailer+Subscribers&utm_campaign=74837262d6-GW-Newsletter_EMEA_12_Oct&utm_medium=email&utm_term=0_7eab4439d7-74837262d6-139500538) (accessed 15.10.2020).
13. Elevation and depth 2030. Powering 3D Models of Our Nation. Elevation and Depth Information. Coordination and Innovation for Australia – A National Strategy. (n. d.). Retrieved from <https://www.icsm.gov.au/sites/default/files/Elevation%20and%20Depth%202030%20Strategy.pdf> (accessed 15.09.2020).

Received 10.03.2021

© E. S. Antonov, D. V. Lisitsky, S. S. Yankelevich, 2021