

УДК 528.92:332.1

DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-4-120-129

## ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КОГНИТИВНАЯ РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*Александр Петрович Карник*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, ректор, тел. (383)343-39-37, e-mail: rector@ssga.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: ddis@ssga.ru

*Алексей Григорьевич Осипов*

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

*Вячеслав Николаевич Савиных*

Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, проспект К. Маркса, 20, кандидат экономических наук, доцент кафедры автоматизированных систем управления, тел. (913)767-30-30, e-mail: savinslav@inbox.ru

Актуальность исследования заключается в рассмотрении нового содержания и особенностей единой геопространственной поддержки экономики и жизнедеятельности общества в условиях цифровой трансформации. Целью работы является представление сущности, принципиальных моментов, новых взглядов и подходов к геопространственной деятельности. Используются методы формально-логического анализа, линейного программирования, теории матричных игр с природой. Предложена формальная трактовка оценки и использования территориальных ресурсов как объектов единой геопространственной деятельности. С позиций структурно-функционального подхода рассмотрены сущностные характеристики обеспечения жизнедеятельности общества геоинформацией и геознаниями. Приведен формально-логический анализ представлений о жизнедеятельности в окружающем геопространстве с целью оптимизации использования его ресурсов на основе всеохватывающей геопространственной перспективы. Введено понятие «геофрагмент» как элементарной единицы геопространства, в которой происходят отраслевые и/или природные процессы и осуществляется взаимодействие объектов разных отраслевых пространств. Обоснована роль геопространственных знаний и предложен комплексный подход к процессам подготовки пространственных решений для управления территорией на основе сочетания геоинформационного и геокогнитивного пространств. Геопространственная деятельность в территориальном дискурсе становится самостоятельным фактором управления территориями для обеспечения жизнедеятельности общества, основанным на оптимизации распределения (перераспределения) территориальных ресурсов путем комплексного взаимодействия отраслей и кластеров. Эта деятельность обеспечивает геоинформацией и геознаниями разноплановые процессы взаимодействия отраслевых пространств и природы в рамках общего физического геопространства.

**Ключевые слова:** геоинформация, геоинформационное пространство, геокогнитивное пространство, геофрагмент, геопространственная деятельность, геопространственная индустрия

### *Введение*

Как уже отмечалось в современной технической литературе, геодезическое и картогра-

фическое производство находится на этапе преобразования в новую геопространственную индустрию [1–4]. Характерной особенностью этого вида деятельности является

определение в качестве ее базовой продукции двух виртуальных пространств, сформированных над заданной территорией: геоинформационного пространства и геокогнитивного пространства [4].

До настоящего времени основной конечной продукцией геодезической и картографической деятельности были картографические (аналоговые и цифровые) и/или геоинформационные модели местности. Они воспроизводили пространственный образ, аналог моделируемого объекта местности и отображали пространственные свойства объектов, процессов и явлений местности, но с учетом их назначения и дальнейшего использования. Такой подход максимально удовлетворял потребности отраслевых пользователей в геоинформации при рациональных затратах на процессы картографирования, однако не обеспечивал единства информационной среды.

По мере пространственного и социального развития территорий, урбанизации, усложнения отраслевых производств эта ситуация уже не отвечала возросшим потребностям управления территориями. По этим же причинам дополнительно проявляется общая тенденция технологического развития экономики и общества по переходу к эпохе знаний. Поэтому в сфере геодезии и картографии появляется новый процесс получения и представления пространственных знаний о местности, параллельный процессу получения и представления геоинформации, и, соответственно, новая продукция в виде геопространственных знаний (геознаний) о территории.

Учитывая важность и перспективность этого направления, уже ведется разработка инфраструктуры геопространственных знаний [5, 6], а в блоге компании East View Geospatial [7] приводятся многочисленные примеры того, как современная платформа геопространственных знаний способствует решению различного рода задач и улучшению социально-экономических условий общества.

Статистический отдел Организации Объединенных Наций (СОООН) и компания «Geospatial Media and Communications» в октябре 2019 г. договорились разработать совместный подход к повышению роли инфраструктуры геопространственных знаний в гло-

бальном обществе и экономике. С целью укрепления инфраструктуры геопространственных знаний в условиях трансформации экономики цифрового века компания «Geospatial Media and Communications» планировала провести в апреле 2020 г. эксклюзивный семинар на Форуме «Geospatial World» на тему «Повышение роли инфраструктуры геопространственных знаний в мировой экономике и обществе» [8, 9]. Однако из-за вспышки коронавируса (COVID-19) учебная программа перенесена на октябрь 2020 г. в Хайдарабаде, Индия, в рамках конференции GeoSmart India 2020.

Эти и целый ряд других публикаций и мероприятий свидетельствуют о существенном расширении сферы и значимости геодезической и картографической деятельности, и, следовательно, появлении принципиально новых теоретических, методологических и технологических задач.

### *Материалы и методы*

Целью настоящего исследования является выявление, обоснование и определение сущности, основных особенностей и принципиальных моментов, новой концепции геопространственной деятельности в части создания и использования геоинформационного пространства и геокогнитивного пространства.

Для обеспечения непротиворечивости и достоверности выполненных логических суждений, обоснованности выводов и корректности полученных результатов нами использован формально-логический инструментарий и методы математического моделирования.

По этом учитывалось, что степень проработанности указанных вопросов существенно различается – проблемы и методология создания геоинформационного пространства в технической литературе рассмотрены гораздо глубже, чем тематика пространственных знаний.

### *Результаты*

Рассмотрим сущность и особенности геопространственного обеспечения жизнедеятельности с точки зрения структурно-функционального подхода.

Каждую сферу (отрасль) жизнедеятельности (и природную среду) можно формально представить как некоторое  $j$ -е пространство, где  $j=1, \dots, M$ , которое включает множество  $O_j$  отраслевых (природных) объектов  $o_{jr} \in O_j, r=1, \dots, V_j$ , требующих определенного набора различных ресурсов, необходимых для осуществления своей отраслевой (природной) деятельности.

Каждый такой объект  $o_{jr}$ , кроме набора семантических ресурсов  $\bar{s}_{jr}$ , также нуждается в наборе геопространственных ресурсов  $\bar{g}_{jr}$ , в виде его местоположения, формы и размера, позволяющих рассматривать его еще как структурный элемент окружающего геопространства. Это же относится к природе, отдельные компоненты которой также могут рассматриваться как геопространственные ресурсы. Следовательно, между каждым  $r$ -м объектом  $j$ -го пространства  $o_{jr}$  и набором семантических и геопространственных ресурсов справедливо взаимно-однозначное соответствие

$$o_{jr} \leftrightarrow (\bar{s}_{jr}, \bar{g}_{jr}), j=1, \dots, M, r=1, \dots, V_j. \quad (1)$$

Объекту  $o_{jr}$  можно поставить в соответствие отражающее его сущность характеристическое свойство  $z_{jr} \in Z_j, j=1, \dots, M$ , где  $Z_j$  – множество значений характеристических свойств объекта с позиции  $j$ -й отрасли (природы). При этом набор геопространственных ресурсов  $\bar{g}_{jr}$  описывается в форме значений 4-мерной системы координат (три координаты  $x, y, h$  и время  $t$ ).

С учетом вышесказанного выражение (1) примет следующий вид:

$$z_{jr} \leftrightarrow \left\langle \bar{s}_{jr}, \left\{ \left( x_{jr}^n(t), y_{jr}^n(t), h_{jr}^n(t) \right), \right. \right. \left. \left. \left. \begin{matrix} n=1, \dots, n_{jr} \end{matrix} \right\} \right\rangle, \quad (2)$$

где  $x_{jr}^n(t) \in X, y_{jr}^n(t) \in Y, h_{jr}^n(t) \in H, t \in T, n_{jr}$  – число точек, описывающих геопространственные ресурсы, необходимые для

объекта  $o_{jr}$ .

Каждый отраслевой объект  $o_{jr}$  функционирует (или планируется для функционирования) в пределах определенного фрагмента геопространства  $gf_k, k=1, \dots, K$ , который мы будем в дальнейшем называть геофрагментом. В рамках каждого отраслевого пространства (природы) осуществляются отраслевые (природные) процессы, при которых происходит взаимодействие объектов данного пространства  $O_j$  внутри  $k$ -го геофрагмента  $gf_k$ . Обозначим множество объектов  $j$ -го пространства, прикрепленных к геофрагменту  $gf_k$  как подмножество  $O_{jk} \subset O_j$ .

Для этого подмножества  $O_{jk}$  нужно установить эффективность суммарного использования  $j$ -й отрасли (природой)  $p$ -го ресурса  $k$ -го геофрагмента  $E_p(O_{jk}), p=1, \dots, N$ . При этом необходимо осуществить суммирование соответствующей детальной информации и знаний о ресурсах, необходимых для функционирования отраслевых (природных) объектов  $o_{jr}$ , входящих в подмножество  $O_{jk}$ .

В итоге нужно получить следующие результаты (3):

$$E_p(O_{jk}) = E_{jp}^k, j=1, \dots, M, p=1, \dots, N, \quad (3)$$

где  $E_{jp}^k$  – количественная оценка эффективности использования  $j$ -й отраслью  $p$ -го ресурса  $k$ -го геофрагмента, которая может принимать отрицательное значение или равняться нулю. Полученные оценки представлены в табл. 1.

Проблему оптимально согласованного многоотраслевого использования ресурсов данного геофрагмента можно анализировать с помощью предлагаемой нами модели, основанной на принципах стратегической матричной игры с природой [10].

Для построения модели рассмотрим «платежную» матрицу игры с природой  $k$ -го геофрагмента (табл. 2), составленную на основе табл. 1.

Таблица 1

Оценки эффективности использования  $j$ -й отраслью  $p$ -го ресурса  $k$ -го геофрагмента

Отрасли жизнедеятельности и компоненты природной среды	Виды ресурсов $k$ -го геофрагмента					Суммарная эффективность по отраслям
	социальный	экономический	экологический	...	устойчивого развития	
Сельское хозяйство	$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	...	$E_{1N}$	$\sum_{p=1}^N E_{1p}$
Промышленность	$E_{21}$	$E_{22}$	$E_{23}$	...	$E_{2N}$	$\sum_{p=1}^N E_{2p}$
Транспорт	$E_{31}$	$E_{32}$	$E_{33}$	...	$E_{3N}$	$\sum_{p=1}^N E_{3p}$
Строительство	$E_{41}$	$E_{42}$	$E_{43}$	...	$E_{4N}$	$\sum_{p=1}^N E_{4p}$
...	...	...	...	...	...	...
Растительность	$E_{m1}$	$E_{m2}$	$E_{m3}$	...	$E_{mN}$	$\sum_{p=1}^N E_{mp}$
Почвы	$E_{m+1,1}$	$E_{m+1,2}$	$E_{m+1,3}$	...	$E_{m+1,N}$	$\sum_{p=1}^N E_{m+1,p}$
...	...	...	...	...	...	...
Гидрография	$E_{M1}$	$E_{M2}$	$E_{M3}$	...	$E_{MN}$	$\sum_{p=1}^N E_{Mp}$
Суммарная эффективность по ресурсам	$\sum_{j=1}^M E_{j1}$	$\sum_{j=1}^M E_{j2}$	$\sum_{j=1}^M E_{j3}$	...	$\sum_{j=1}^M E_{jN}$	$\sum_{p=1}^N \sum_{j=1}^M E_{jp}$

Таблица 2

Матрица оценок многоотраслевого использования ресурсов  $k$ -го фрагмента геопространства

	$R_1$	$R_2$	...	$R_p$	...	$R_N$
$D_1$	$E_{11}$	$E_{12}$	...	$E_{1p}$	$E_{11}$	$E_{12}$
$D_2$	$E_{21}$	$E_{22}$	...	$E_{2p}$	$E_{21}$	$E_{22}$
...	...	...	...	...	...	...
$D_j$	$E_{j1}$	$E_{j2}$	...	$E_{jp}$	$E_{j1}$	$E_{j2}$
...	...	...	...	...	...	...
$D_M$	$E_{M1}$	$E_{M2}$	...	$E_{M3}$	$E_{M1}$	$E_{M2}$

Обозначения табл. 2 имеют следующий смысл:

$R_p$  – соответствует состоянию природы, позволяющему отраслям (природным процес-

сам) полностью (на 100 %) использовать  $p$ -й ресурс геофрагмента;

$D_j$  – соответствует решению лица, принимающего решения (ЛПР), использовать (на 100 %) весь потенциал ресурсов геофрагмента только отраслью (природным процессом) под номером  $j$ ;

$E_{jp}$  – выражает ожидаемую эффективность (положительную или отрицательную), который получит ЛПР, если будет использовать (на 100 %)  $p$ -й ресурс геофрагмента исключительно отраслью (природным процессом) под номером  $j$ .

При многоотраслевом подходе нужно установить оптимальное распределение сто-процентного использования ресурсов выбранного геофрагмента между всеми отраслями (природными процессами), претендующими на этот геофрагмент, вместо того,

чтобы заведомо полагаться на какую-то одну отрасль (природный процесс). Это не исключает, что единственная отрасль (природный процесс) может оказаться оптимальным вариантом использования ресурсов данного геофрагмента.

Разную интенсивность использования отраслями (природными процессами) ресурсов данного геофрагмента может отражать смешанная стратегия формирования многоотраслевого комплекса потребления этих ресурсов [11], которая описывается вектором

$$\begin{aligned} \bar{D} &= (d_1, d_2, \dots, d_j, \dots, d_M); \\ \sum_{j=1}^M d_j &= 1; d_j \geq 0; j = \overline{1, M}. \end{aligned} \quad (4)$$

Вектору  $\bar{D}$  нужно поставить в соответствие вектор процентов

$$\bar{D}^{\%} = (d_1^{\%}, d_2^{\%}, \dots, d_j^{\%}, \dots, d_M^{\%}), \quad (5)$$

где  $d_j^{\%} = d_j \times 100\%$  – процент использования  $j$ -й отрасли (природным процессом) ресурсов анализируемого геофрагмента.

Оптимальный комплект отраслевых объектов, подбираемый для функционирования в данном фрагменте геопространства, должен являться многоотраслевым образованием, каждая отраслевая составляющая которого ориентируется на соответствующую компоненту вектора процентов (5), полученного на основе оптимальной смешанной стратегии матричной игры с природой

$$\bar{D}^* = (d_1^*, d_2^*, \dots, d_j^*, \dots, d_M^*). \quad (6)$$

В свою очередь, оптимальная стратегия (6) вычисляется как решение следующей задачи линейного программирования [12].

Ограничения задачи:

$$E_{11}d_1 + E_{21}d_2 + \dots + E_{j1}d_j + \dots + E_{M1}d_M \geq E; \quad (7)$$

$$E_{1p}d_1 + E_{2p}d_2 + \dots + E_{jp}d_j + \dots + E_{Mp}d_M \geq E; \quad (8)$$

$$E_{1N}d_1 + E_{2N}d_2 + \dots + E_{jN}d_j + \dots + E_{MN}d_M \geq E; \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^M d_j = 1, d_j \geq 0, j = 1, \dots, M. \quad (10)$$

Целевая функция задачи:

$$W = E \rightarrow \max. \quad (11)$$

Смысловое содержание решения задачи (7)–(11) заключается в определении оптимального распределения процентной нагрузки на ресурсы геофрагмента между отраслями (природными процессами), обеспечивающее получение от проектируемого в данном геофрагменте многоотраслевого размещения максимальной в среднем эффективности  $W_{\max} = E^*$ .

Для каждого геофрагмента  $gf_k$  согласно его набору ресурсов  $\bar{R}_k$  с учетом геоинформации  $gi_k$  и матрицы эффективностей (см. табл. 2) по модели (7)–(11) может быть вычислено оптимальное управляющее решение вида (6) о доле (процентном) участии отраслей и природных процессов в потреблении всех его ресурсов

$$\begin{aligned} \bar{D}_k^* &= (d_{k1}^*, d_{k2}^*, \dots, d_{kj}^*, \dots, d_{kM}^*); \\ \sum_{j=1}^M d_{kj}^* &= 1, k = 1, \dots, K. \end{aligned} \quad (12)$$

Компонента вектора (12)  $d_{kj}^*$  выражает рекомендуемую управляющему органу территории долю использования  $j$ -й отрасли ресурсов  $k$ -го геофрагмента, в том числе и, в первую очередь, территориального ресурса. Тем отраслям (природным процессам), у которых эта доля близка к нулю, должно быть отказано в территориальном доступе к ресурсам этого геофрагмента.

Решение задачи (7)–(11) для каждого фрагмента геопространства можно рассматривать как один из источников получения цифровым путем геознаний для формирования единого геокогнитивного пространства.

### Обсуждение

На рис. 1 дана иллюстрация оптимизации межотраслевого потребления ресурсов в пределах геофрагментов. Показано на примере, что на основании оптимальных управляющих решений (12) до ресурсов геофрагмента  $gf_1$

допущены отрасли  $O_1$  и  $O_2$  с долями их потребления, например,  $d_{11}^* = 0,6$  и  $d_{12}^* = 0,4$ , а доли других отраслей и природных процессов равняются нулю. До ресурсов геофраг-

мента  $gf_2$  допущены отрасли  $O_2$ ,  $O_3$  и  $O_4$  с долями их использования, например,  $d_{22}^* = 0,5$ ,  $d_{23}^* = 0,2$  и  $d_{24}^* = 0,3$ , при долях других отраслей, равных нулю, и т. д.

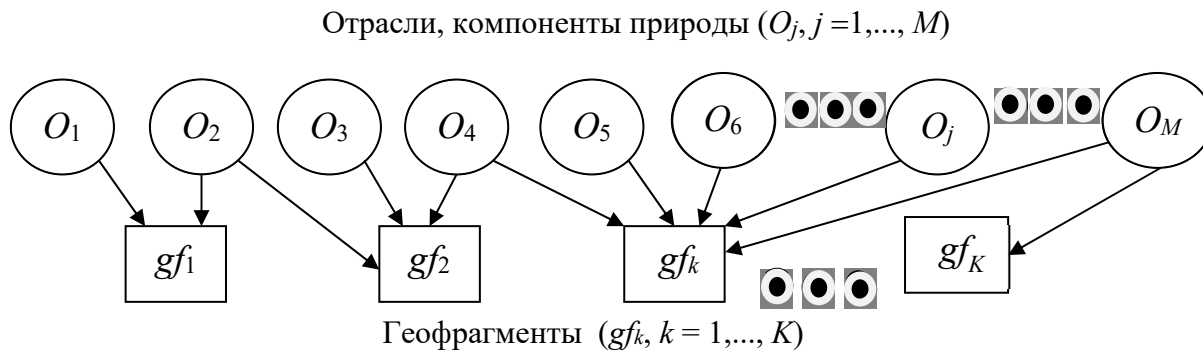


Рис. 1. Схема оптимизации долевой привязки межотраслевого потребления ресурсов в пределах геофрагментов

Ресурсы каждого из геофрагментов территории могут быть представлены для каждой отрасли единым набором пространственных данных (геоданных): координатно привязанной информации (геоинформации) и координатно привязанных знаний (геознаний). В совокупности эти наборы образуют, соответственно, отраслевое геоинформационное пространство (ОГИП) и отраслевое геокогнитивное пространство (ОГКП).

В результате обработки геоданных на основе отраслевых профессиональных знаний

формируется геоинформация, образующая ОГИП и используемая как для формирования или уточнения отраслевых профессиональных геознаний, так и для формирования геознаний о ресурсе территории. Геознания в свою очередь образуют ОГКП и используются для профессиональной обработки геоданных.

Схема взаимосвязей компонентов инфраструктуры пространственных данных и инфраструктуры пространственных знаний приведена на рис. 2.

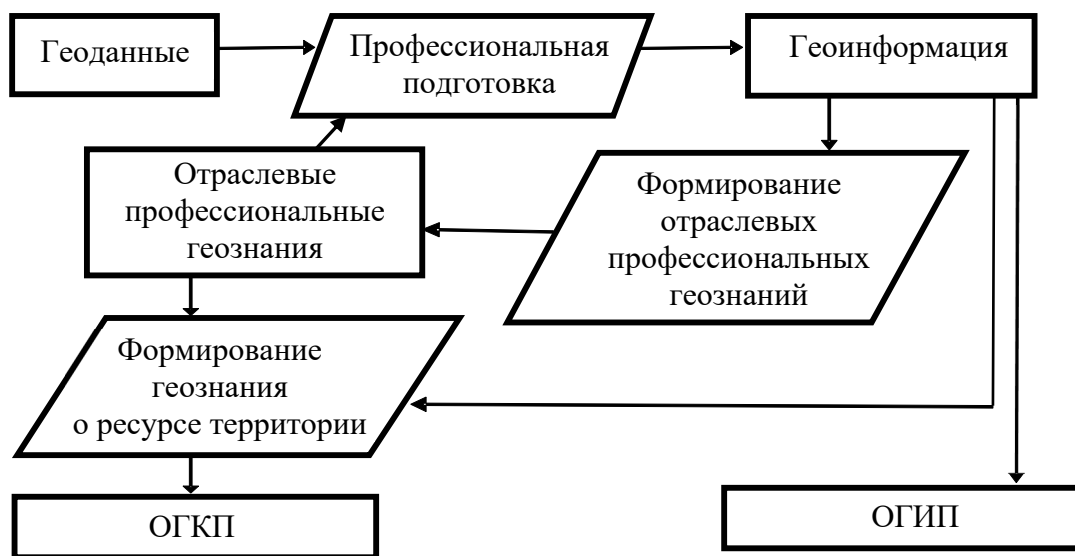


Рис. 2. Схема взаимосвязей компонентов инфраструктуры пространственных данных и инфраструктуры пространственных знаний

Нужно принять во внимание интегрированные (системные) последствия свободного функционирования на территориях одних и тех же геофрагментов множества различных отраслей и природных процессов. При этом каждая отрасль, преследуя своекорыстные цели, может формировать в пределах доступного ей геофрагмента свои варианты ОГИП и ОГКП.

Государственная политика должна находить оптимальные пересечения указанных пространств и образовывать единые пространства, соответственно, единое геоинформационное пространство (ЕГИП) и единое геокогнитивное пространство (ЕГКП), создание и использование которых и составляют основу эффективной геопространственной деятельности.

### Заключение

Процесс геоинформационного и геокогнитивного обеспечения подготовки пространственных решений для управления территорией может быть изображен схемой (рис. 3).

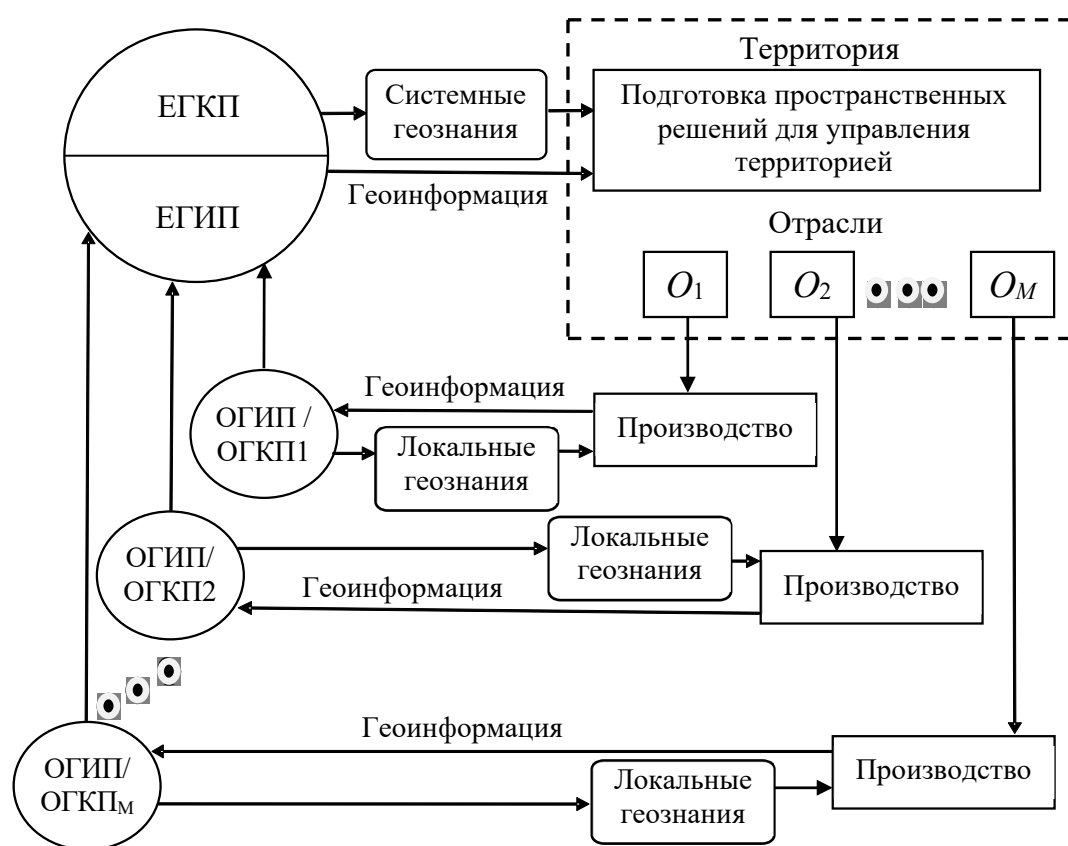


Рис. 3. Схема геоинформационного и геокогнитивного обеспечения подготовки пространственных решений для управления территорией

Геоинформационное и геокогнитивное обеспечение территорий в рамках единой геопространственной деятельности в качестве одной из задач имеет оценку ресурсного потенциала локализованных участков и объектов территории, помощь в анализе их возможностей в рамках разных отраслей, информационную поддержку организации про-

странственного взаимодействия, определение взаимовлияния объектов и процессов одних отраслей на объекты и процессы других отраслей.

На основе оценки использования ресурсов территории по отдельным геофрагментам можно оценить потенциал территории в целом с позиций каждой отрасли и таким обра-

зом, на основе четырехмерной системы координат, обеспечить оптимальное межотраслевое взаимодействие с объектами окружающего мира в пределах данной территории. Далее можно перейти к оценке ресурсов всей территории в комплексе и к управлению ее использованием.

Рассмотренные аспекты единой геопространственной деятельности в территориальном дискурсе представляют ее как актуальный фактор управления территориями и обеспечения жизнедеятельности общества, основанный на оптимизации распределения (перераспределения) территориальных ресурсов на уровне комплексного взаимодействия отраслей и кластеров.

В этом контексте единая геопространственная деятельность заключается в обеспечении разноплановых процессов межотраслевого характера, системного взаимодействия отраслевых пространств и природы в рамках общего геопространства. Через комбинацию новых идей, потенциальных возможностей и структурных преобразований она задает вектор формирования современной геопространственной индустрии, организует направленность ее на оптимизацию использования территориальных ресурсов, способствует системному обеспечению потребностей общества. В конечном итоге практическое использование геоинформационных и геокогнитивных пространств, построенных в соответствии с предложенной парадигмой [3, 4], обеспечит переход единой геопространственной деятельности на уровень актуальной производи-

тельной силы, что и отражает главную особенность и цель цифровой экономики.

### Рекомендации

Выполненная формализация процессов использования территориальных ресурсов в деятельности отраслей экономики, предложенный геопространственный подход к их представлению создают основу для дальнейших исследований и разработок методов и технологий оценки и приоритетного использования отдельных территорий для достижения целей их социально-экономического и пространственного развития.

Перспективными направлениями таких исследований и разработок, на наш взгляд, являются изучение сущности, содержания и разработка инфраструктуры геознаний, разработка решений по рациональному использованию территорий путем разрешения конфликта интереса отраслей, разработка структуры, содержания и функционала единых геоинформационного и геокогнитивного пространств, обоснование нового этапа развития геодезии и картографии – геопространственного картографирования.

Выполненные исследования, полученные результаты и выводы могут быть полезны для ученых и специалистов, работающих в области геопространственной деятельности, а также для специалистов территориальных управленческих структур. Кроме того, статья может быть использована в учебных целях для докторантов, аспирантов и магистрантов, обучающихся по тематике наук о Земле.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The Pennsylvania State University. College of Earth and Mineral Sciences [Electronic resource]. – Mode of access: [https://www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo/c1\\_p13.html](https://www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo/c1_p13.html).
2. 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.
3. Karpik A., Lisitsky D., Osipov A., Savinykh V. N. New paradigm of geoinformation space in territorial aspect [Electronic resource] // Caderno Suplementar. – 2020. – No. 1. – 13 p. Turismo: estudos & praticas. Rio Grande do Norte : Univ. do Estado do Rio Grande do Norte. – Mode of access: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RTEP/article/view/544>. – Title from screen.
4. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Перспективы развития геодезического и картографического производства и новая парадигма геопространственной деятельности // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 19–29.



5. Towards a Spatial Knowledge Infrastructure White Paper Released [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.gsdiassociation.org/index.php/news/global-news/795-towards-a-spatial-knowledge-infrastructure-white-paper-released.html/>.
6. Written by Jon Fairall. From spatial information to Spatial Knowledge Infrastructure. By Anthony Wallace on 21 June, 2017 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.spatialsource.com.au/gis-data/spatial-information-spatial-knowledge>.
7. Blog – East View Geospatial [Electronic resource]. – Mode of access: <https://geospatial.com/blog/>.
8. Advancing role of geospatial knowledge infrastructure in world economy and society [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.geospatialworld.net/blogs/advancing-role-of-geospatial-knowledge-infrastructure-in-world-economy-and-society>.
9. Training program: advancing role of geospatial knowledge infrastructure in world economy, society and environment [Electronic resource]. – Mode of access: <https://geospatialworldforum.org/advancing-role-of-geospatial-knowledge-in-world-economy.asp>.
10. Colman A. M. Game theory and experimental games: The study of strategic interaction. – Elsevier, 2016. – 314 p.
11. Dixit A. K., Skeath S. Games of Strategy: Fourth International Student Edition. – WW Norton & Company, 2015. – 712 p.
12. Савиных В. Н. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента. – М. : Кнорус, 2020. – 192 с.

Получено 01.09.2020

© А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий, А. Г. Осипов, В. Н. Савиных, 2020

## GEOINFORMATIONAL-COGNITIVE REPRESENTATION OF TERRITORIAL RESOURCES

*Alexander P. Karpik*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Professor, Rector, phone: (383)343-39-37, e-mail: [rector@ssga.ru](mailto:rector@ssga.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: [dllis@ssga.ru](mailto:dllis@ssga.ru)

*Aleksey G. Osipov*

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

*Vyacheslav N. Savinykh*

Novosibirsk State Technical University, 20, K. Marx Prospect, Novosibirsk, 630073, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Automated Control Systems, phone: (913)767-30-30, e-mail: [savinslav@inbox.ru](mailto:savinslav@inbox.ru)

The relevance of the study lies in considering the new content and features of a unified geospatial support for the economy and the life of society in the context of digital transformation. The aim of the work is to present the essence, fundamental points, new views and approaches to geospatial activities. Methods of formal logical analysis, linear programming, theory of matrix games with nature are used. A formal interpretation of the assessment and use of territorial resources as objects of a single geospatial activity is proposed. From the standpoint of the structural-functional approach, the essential characteristics of ensuring the life of society with geo-information and geosciences are considered. A formal-logical analysis of ideas about life in the surrounding geospace is given in order to optimize the use of its resources on the basis of an all-encompassing geospatial perspective. The concept of "geofragment" is introduced as an elementary unit of geospace, in which sectoral and / or natural processes take place and objects of different sectoral spaces interact. The role of geospatial

knowledge is substantiated and an integrated approach to the processes of preparing spatial solutions for territory management based on a combination of geoinformation and geocognitive spaces is proposed. Geospatial activity in the territorial discourse is becoming an independent factor in the management of territories to ensure the life of society, based on the optimization of the distribution (redistribution) of territorial resources through the complex interaction of industries and clusters. This activity provides geodata, geo-information and geosciences for the diverse processes of interaction between industrial spaces and nature within the framework of a common physical geospace.

**Keywords:** geodata, geoinformation, geoscience, geoinformation space, geocognitive space, geofragment, geospatial activity, geospatial industry

## REFERENCES

1. The Pennsylvania State University. College of Earth and Mineral Sciences. (n. d.). Retrieved from [https://www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo/c1\\_p13.html](https://www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo/c1_p13.html).
2. Karpik, A. P., & Lisitsky, D. V. (2019). Surveying industry: prospective development directions in the post-industrial era and the digital economy. *Geodezija i kartografija [Geodesy and Cartography]*, 80(4), 55–64. doi: 10.22389/0016-716-2019-946-4-55-64 [in Russian].
3. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2020). New paradigm of geoinformation space in territorial aspect. *Caderno Suplementar*, 1, 13 p. Turismo: estudos & praticas. Rio Grande do Norte: Univ. do Estado do Rio Grande do Norte. Retrieved from <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/RTEP/article/view/544>.
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. Towards a Spatial Knowledge Infrastructure White Paper Released. (n. d.). Retrieved from <http://www.gsdiassociation.org/index.php/news/global-news/795-towards-a-spatial-knowledge-infrastructure-white-paper-released.html/>.
6. Wallace A. (21 June, 2017). From spatial information to Spatial Knowledge Infrastructure. Written by Jon Fairall. Retrieved from <https://www.spatialsource.com.au/gis-data/spatial-information-spatial-knowledge>.
7. Blog – East View Geospatial. (n. d.). Retrieved from <https://geospatial.com/blog/>.
8. Advancing role of geospatial knowledge infrastructure in world economy and society (n. d.). Retrieved from <https://www.geospatialworld.net/blogs/advancing-role-of-geospatial-knowledge-infrastructure-in-world-economy-and-society>.
9. Training program: advancing role of geospatial knowledge infrastructure in world economy, society and environment. (n. d.). Retrieved from <https://geospatialworldforum.org/advancing-role-of-geospatial-knowledge-in-world-economy.asp>.
10. Colman, A. M. (2016). *Game theory and experimental games: The study of strategic interaction*. Elsevier, 314 p.
11. Dixit, A. K., & Skeath, S. (2015). *Games of Strategy: Fourth International Student Edition*. WW Norton & Company, 712 p.
12. Savinykh, V. N. (2020). *Matematicheskoe modelirovanie proizvodstvennogo i finansovogo menedzhmenta [Mathematical modeling of production and financial management]*. Moscow: "Knorus" Publ., 192 p. [in Russian].

Received 01.09.2020

© A. P. Karpik, D. V. Lisitsky, A. G. Osipov, V. N. Savinykh, 2020