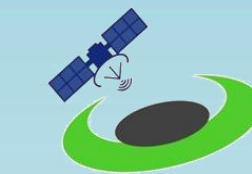


ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
Южного Университета (ИУБиП)



СМАРТ

СПУТНИКОВЫЙ
МОНИТОРИНГ
АКТИВНОМУ РАЗВИТИЮ
ТЕРРИТОРИЙ

Пятнадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"

Анализ перспектив применения концепции геоинформационного пространства на основе нечётких методов и алгоритмов обработки данных дистанционного зондирования Земли

Крамаров С.О., Храмов В.В., Сахарова Л.В., Митясова О.Ю.
Институт информационных систем «Южный университет (ИУБиП)»

Содержание

- Введение
- Когнитивное пространство и ГИС
- Перспективность видов ЕГИП
- ЕГИП как система систем
- Неопределенность информации в ЕГИП
- Особенности формирования SoS
геоинформационного пространства
- Геоинтероперабельность
- Полученные результаты

Введение

Становление в последние годы концепции цифрового общества, в котором большая часть работающих занято *хранением, переработкой и применением информации*, особенно высшей её формы — *знаний* нашло наглядное отражение в разработке и развитии проекта **Цифровая Земля**, о котором было достаточно много сказано на пленарном заседании М.Н. Хайловым и рядом других выступающих. В рамках этого направления хотелось бы обратить ваше внимание на проект SMART (Спутниковый Мониторинг Активного Развития Территорий), разрабатываемый и внедряемый в Южном федеральном округе.

Рассмотрим классический вариант основных этапов «жизненного цикла» спутниковой информации в ГИС [Лупян и др., 2011]:

1. Получение спутниковых данных
2. Архивация
3. Первичная обработка
4. Тематическая обработка
5. Формирование информационного продукта (Карты, отчеты, цифровые план-схемы [Патент RU № 2612326 на способ формирования ЦПС])

Для реализации вариантов этапов 3,4,5 были проведены исследования, запатентованы способы, устройства и программные продукты интеллектуальной поддержки соответствующих цифровых технологий.

В процессе этих исследований встал вопрос о необходимости формирования единого геоинформационного пространства (ЕГИП) на принципах геоинтероперабельности. Оценивались источники и инструменты получения исходных данных. Рассматривались компоненты механизма информационного взаимодействия (пока только геофизических) свойств (протяженных) географических регионов.

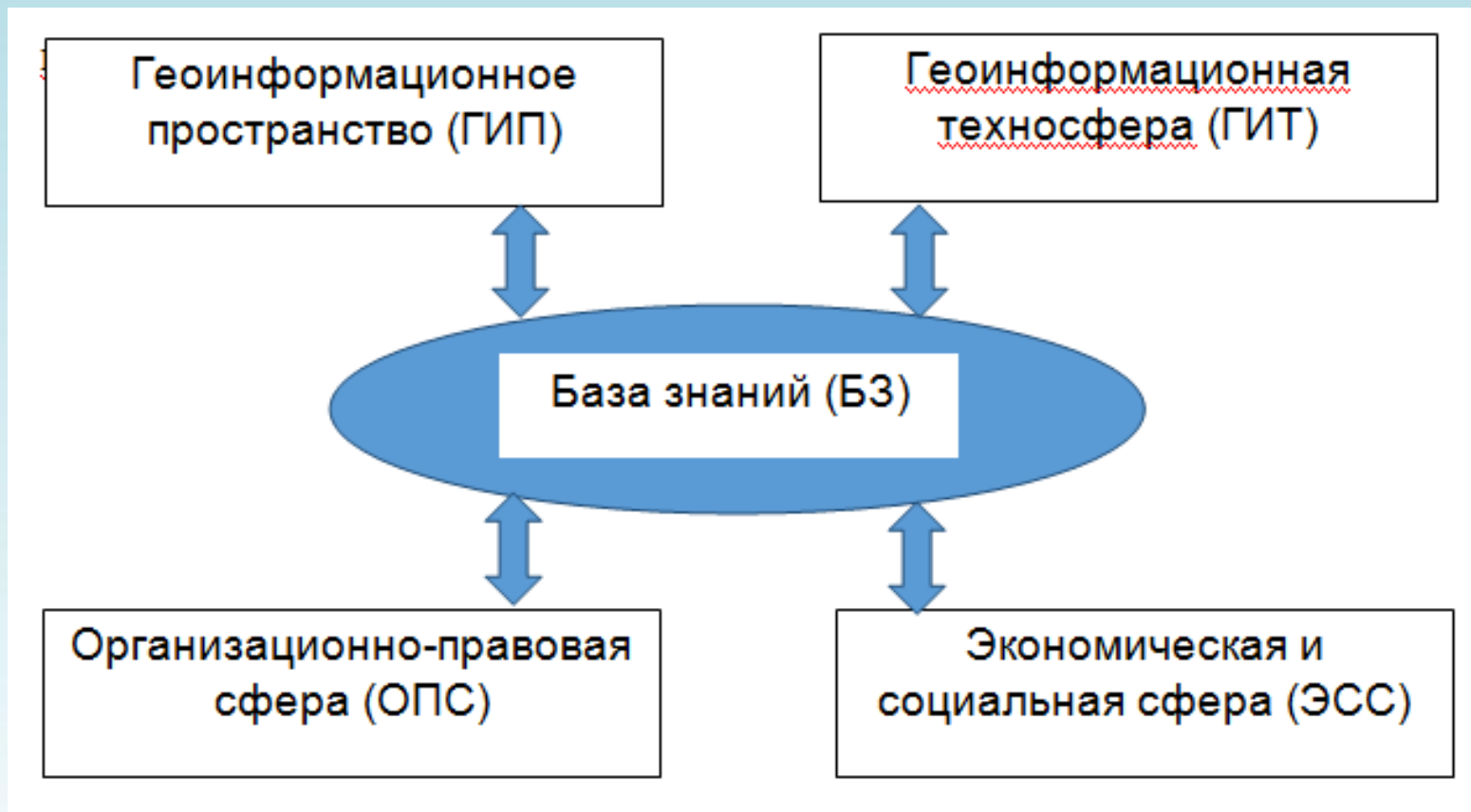
Уточним некоторые понятия, применимые к данному изложению полученных результатов.

Когнитивное пространство и геоинформационные системы

Появившееся первоначально в лингвистике понятие когнитивного пространства (КП), находит применение и в других предметных областях. При этом, КП представляет собой «операциональную самопорождающуюся и саморегулирующуюся систему, в которой формируется, развивается и трансформируется человеческий коммуникативный опыт»[Гуревич Л.С., 2009].

Понятие когнитивного пространства может быть использовано для интересов обеспечения когнитивной интероперабельности в геоинформационной среде. Понятие КП позволяет учесть многофакторность взаимодействия отдельных систем, изучаемых и исследуемых при космическом мониторинге земной поверхности в рамках концепции SoS (System of Systems) [Дулин С.К., 2006, Цветков В.Я., 2006], для которой системы отчета, мыслительные процессы, количественный анализ, инструменты и методы проектирования являются неполными и/или нечеткими.

Единое геоинформационное пространство (ЕГИП)



Перспективность видов ЕГИП

Применительно к ЕГИП, отметим перспективность следующих видов System of Systems (SoS):

- **управляемые** (directed), в которых присутствует доминирующий модератор, имеющий право выдавать приказы составляющим системам и распоряжающийся их ресурсами;
- **подтвержденные** (acknowledged), в которых хотя и есть доминирующий модератор, но имеющий возможность лишь рекомендовать составляющим системам самоизмениться согласно выбранной им схеме (архитектуре);
- **сотрудничающие** (collaborative), в которых системы согласовывают свои действия друг с другом по каждой возникающей проблеме, но единого модератора, менеджера проекта или аналогичного выделенного органа управления нет [2].

Такой подход дополняет понятие когнитивного (в данном случае, геоинформационного) пространства аспектом ситуационного реагирования по поиску согласованных образов информации, которой они оперируют в ходе своей деятельности.

ЕГИП как система систем

Связывание систем с совместной SoS обеспечивает взаимодействие и синергизм систем управления предприятием, управления компьютеров, связи и информации, разведки и проч. Система систем - это крупномасштабные параллельные и распределенные системы, компоненты которых являются самими сложными системами. Система системного образования включает в себя интеграцию систем в систему, которая в конечном счете способствует эволюции социальной инфраструктуры. Важнейшими особенностями SoS являются их синергизм и исходная неопределенность ситуаций реального функционирования.

Неопределенность информации в ЕГИП

Рассматривая проблему неопределенности на основных уровнях получения и обработки информации для каждого типа неопределенности необходимо осуществить:

- поиск соответствующего математического описания и представления конкретного типа неопределенности;
- выбор математического аппарата, с помощью которого можно управлять (настраивать параметры) моделью с выбранным типом неопределенности;
- нахождение эффективного способа измерения реальной неопределенности в любой анализируемой ситуации;
- разработку методологии формирования адекватных моделей для реальных объектов и процессов мониторинга, чтобы выбрать показатели неопределенности, которые можно вычислить.

В нечёткой логике, как и в естественном языке, все понятия градуированы по степени истинности. Кроме того, в нечёткой логике все гранулировано.

Под **гранулой**, в данном случае, будем понимать [Zadeh L.A., 1997] группа объектов, объединяемых **неразличимостью, сходством, близостью** (т.е. отношениями, обладающими, по крайней мере, свойствами симметричности и рефлексивности).



Когнитивный фрейм как совокупность нечетких гранул

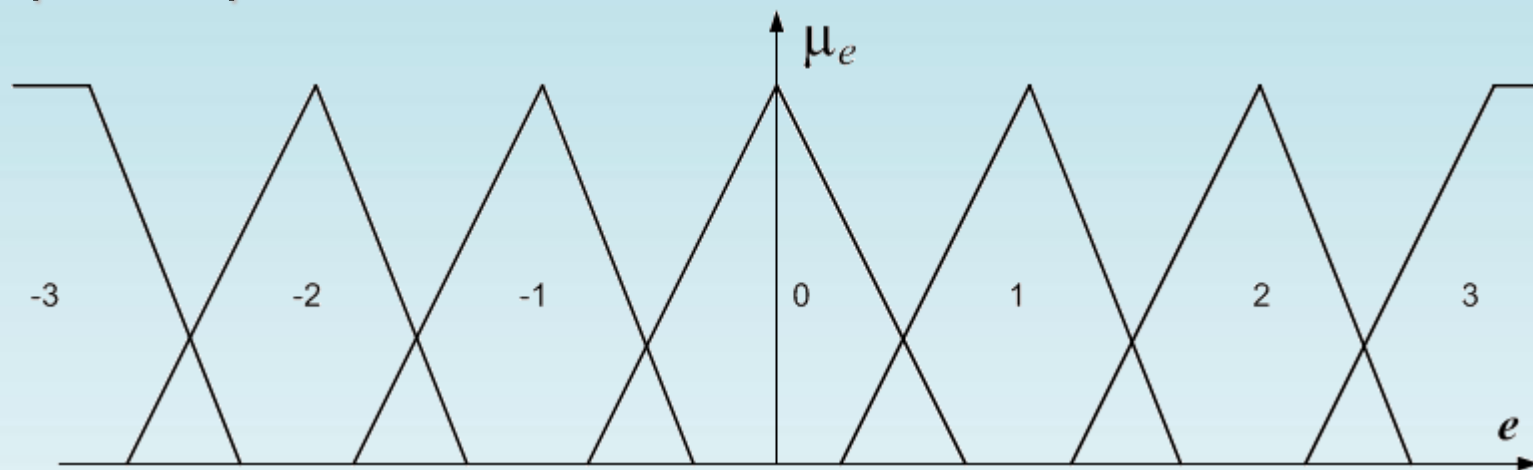
Когнитивный фрейм - это нечеткий фрейм, слотам которого соответствуют нечеткие или лингвистические значения.

Когнитивный фрейм можно рассматривать как результат грануляции информации ЕГИП, в виде лингвистической переменной, в которой семейство нечетких множеств сопоставляется терм-множеству. То есть он состоит из нормальных нечетких множеств $\Phi = \{A_1, \dots, A_n\}$, где любые два соседних множества имеют область перекрытия.

При этом область рассуждений X должна удовлетворять условиям нечеткого α -покрытия и, т.н., *семантической состоятельности*, которые сводится к следующим ограничениям:

- а) количество элементов множества Φ невелико; в соответствии с законом Миллера оно находится в пределах 7 ± 2 ;
- б) каждое A_i - унимодальное и нормальное нечеткое множество;
- в) соседние нечеткие множества A_i, A_j должны иметь небольшую область перекрытия; обычно полагается, что $A_i \cap A_j < 0.5$.

В качестве примера нечеткой грануляции можно взять совокупность значений лингвистической переменной «Ошибка навигации». Здесь 7 термов образуют покрытие терм-множества, но не его разбиение, поскольку соседние термы пересекаются.



Гранулированные значения ЛП: 0 – нулевая ошибка; $+1$ – малая положительная ошибка; $+2$ – средняя положительная ошибка; $+3$ – большая положительная ошибка; -1 – малая отрицательная ошибка; -2 – средняя отрицательная ошибка; -3 – большая отрицательная ошибка.

Структура грануляции информации в рамках ТИН - модели

В рамках исследования использовалась следующая общая схема грануляции информации:

$$GR = \langle X, G, C, M, T \rangle,$$

где X – область рассуждений;

G – семейство информационных гранул;

C – множество обобщенных ограничений;

(каждый тип ограничения определяет требования к выбору метода грануляции)

M – множество формальных методов грануляции;

T – множество переходов между уровнями грануляции (преобразований гранул).

Особенности формирования SoS геоинформационного пространства

Пространственно-распределенная информация, получаемая, в том числе и с помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) составляет три большие группы: семантическую, метрическую и топологическую.

Структурированная совокупность этих групп информации о конкретной территории, представленной в форме, пригодной для автоматизированной обработки, образует цифровую модель местности (ЦММ).

В основе такой ЦММ заложена способность одной группы информации (как системы) использовать части другой группы [3,6], то есть способность взаимно использовать информацию в каждой из этих групп (систем).

Иначе говоря, речь идет о геоинтероперабельности.

Геоинтероперабельность

Международная организация по стандартизации ISO 19119:

«**Интероперабельность** представляет собой способность соединяться, выполнять программы или передавать данные среди различных функциональных модулей способом, который не требует, чтобы пользователь имел знания о характеристиках этих модулей» [ISO/IEC/IEEE 15288:2015(E)].

Это означает, что две (или больше) системы могут действовать совместно для выполнения стоящей задачи, при условии их взаимной интероперабельности.

В рамках геоинформационных систем «геоинтероперабельность – это способность информационных систем к:

- свободному обмену всех видов пространственной информации о Земле и об объектах и явлениях, а также выше и ниже поверхности Земли;
- совместному сетевому использованию программного обеспечения, предназначенному для управления такой информацией»

Полученные результаты

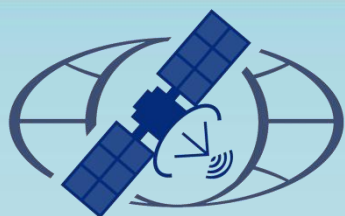
Очевидно, хранение и поддержка такой постоянно *развивающейся* модели требует соответствующих информационных ресурсов, доступных, на данном этапе, в рамках концепции хранилища данных (ХД).

Форма организации базы геоданных, сочетающих ЦММ и реляционные базы данных является на данный момент чаще всего встречающейся. Однако сложность такой организации, вызванная набором инструментов создания и поддержки топологии данных, создает определенные проблемы [Крамаров С.О., 2016, 2017].

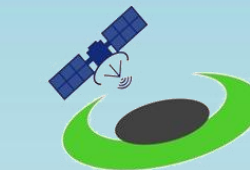
Были рассмотрены вопросы применения алгоритма и методов нечеткой триангуляции В рамках ТИН модели компонентов SoS в процессе формирования цифровых план-схем для получения дополнительной информации об объектах, включаемых в результирующий информационный продукт.

Литература

1. **Лупян, Е.А.** Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга /Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, Р.Р.Назиров и др.//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011, т.8, №1, С.26-43
2. Патент RU № 2612326 Способ формирования цифровой план-схемы объектов сельскохозяйственного назначения и система для его реализации /И.Г. Акперов, С.О. Крамаров, В.И. Лукасевич, В.И. Повх, В.В. Храмов, А.Н. Радчевский
3. **Гуревич, Л.С.** Когнитивное пространство метакоммуникации / Л.С. Гуревич. – Иркутск: Изд-во ИГЛУ, 2009. – 372 с.
4. **Дулин, С.К.** О развитии методологических основ и концепций геоинформатики / С.К. Дулин, И.Н. Розенберг// Системы и средства информатики. Специальный выпуск: «Научно - методологические проблемы информатики» – М.: ИПИ РАН, 2006, С. 201-256.
5. **Цветков, В.Я.** Информатизация, инновационные процессы и геоинформационные технологии // Геодезия и аэрофотосъемка, № 4, 2006, с. 112-118.
6. ISO/IEC/IEEE 15288:2015(E) «Systems and software engineering — System life cycle processes»
7. **Крамаров, С.О.** Формирование единого информационного пространства сельскохозяйственных территорий Юга России / С.О. Крамаров, В.И.Повх, В.В.Храмов // Сборник научных трудов «Проблемы импортозамещения в условиях адаптивной экономики» (по материалам IV Международного форума «Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию».- Ростов-на-Дону:ЮУ (ИУБиП), 2015
8. **Kramarov, S.** The principles of formation of united geo-informational space based on fuzzy triangulation/ S.. Kramarov, I. Temkin, V. Khramov // 9 th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING, COMPUTING WITH WORDS AND PERCEPTIONS ICSCCW 2017: 22-23 August 2017, Budapest, Hungary.- P.121-124
9. **Zadeh L.A.** Toward a Theory of Fuzzy Information Granulation and its Centrality in Human Reasoning and Fuzzy Logic// Fuzzy Sets and Systems. – 1997. – Vol. 90. – P.111-127.



**ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**
Южного Университета (ИУБиП)



СМАРТ

СПУТНИКОВЫЙ
МОНИТОРИНГ
АКТИВНОМУ РАЗВИТИЮ
ТЕРРИТОРИЙ



Спасибо за внимание

Наши контакты

tel: +7 (863) 292-43-82.

e-mail: maoovo@yandex.ru

**address: 344068, Rostov-on-Don, Prospekt
Mikhaila Nagibina, 33a/47, Russia**