## Полученные в ходе выполнения Проекта важнейшие результаты

Развит подход к полисистемному онтологическому моделированию предметной области информационных систем. Предложена методика анализа изменения структуры документов и построения структуры информационных потоков объектов между документами, а также технология построения вопросно-ответных диалоговых подсистем, ориентированных на приобретение дополнительной информации от пользователя.

## Сопоставление полученных результатов с мировым уровнем

Полисистемное представление онтологий позволяет полностью использовать все наработанные с 2001 года технологии Семантического Веба, а также обобщить большинство расширений семантическох сетей, например, самой известной - MultiNet (MeshNet). Подход позволяет развить современную методологию проектирования информационных систем процедурами полисистемного расслоения на этапе анализа предметной области, а также провести синтез технологий Семантического Веба с технологиями проектирования информационных систем.

## Методы и подходы, использованные в ходе выполнения Проекта (описать, уделив особое внимание степени оригинальности и новизны)

Одной из важных задач, которой уделено внимание в рамках проекта, является онтологическое моделирование предметной области информационных систем и их взаимодействие с WPS. При решении данной задачи уделялось внимание мультидисциплинарной природе исследуемого объекта.

Предметная область информационной системы представляется в виде полисистемы онтологий. Полисистема онтологий - это расслоенная структура, где каждый слой (в идеале) представляет собой категорию; элементы категории отображаются в элементы других слоев (концепты в концепты, стрелки в стрелки), и такое отображение, функтор, есть интерпретация одного слоя другим. Интерпретация позволяет переносить алгоритмы и программы, реализующие свойства одного слоя, в другой, строить процедуры обработки данных по образу и подобию, а также обеспечивать верификацию слоев на структурную корректность и полноту, строя и анализируя указанные интерпретации.

Полисистема онтологий строиться из существующих стандартных онтологий, например, разработанных в проекте Linked Data. Слой строится из той части онтологии, которая представима в виде полноценной категории, затем требуется построить интерпретацию в другой слой, такую, чтобы все концепты и стрелки нового слоя были отображены в другом слое в виде соответствующих структур. Такой подход к использованию онтологий позволяет, концентрироваться на важной части онтологии, релевантной к исследуемому объекту, а также сопоставлять онтологии не просто на уровне эквивалентности аналогичные концепты двух различных онтологий, а указывать через интерпретацию конкретный вариант тождественности составляющих элементов.

Для представления в виде полисистемы онтологий предметной области разрабатываемой информационной системы адаптирована методика полисистемного расслоения (Черкашин А.К., 1997)), которая ранее в таких задачах не была использована. При этом система концептов строится, например, в результате автоматизированного анализа текста входных документов существующими методами. В результате такого анализа выделяются ключевые слова, формируется иерархическая классификация входных документов по схожести друг с другом, задаются ключевые термины, характеризующие основные узлы классификации. Эти термины задают тезаурус, разновидность онтологии, где концепты связаны друг с другом отношением ``is-a''. Затем эти концепты привязываются через интерпретацию к существующему слою полисистемы онтологии, который соответствует тезаурусу. Если такой слой существует, то на следующем шаге тезаурус дополняется отношениями, имеющими интерпретацию в смежном слое полисистемы, т.к. все слои должны быть связаны морфизмами.

На этапе пополнения тезауруса предложен вариант методики ведения диалога с пользователем, цель которого дополнить структуру разрабатываемой концептуальной модели задачи до выполнения свойства полноты относительно структуры смежных слоев. Вопросы диалога синтезируются на основе анализа структуры морфизма и стрелок в смежных слоях. В диалоге ответ, название отношения, выбирается пользователем из возможных вариантов существующих отношений (стрелок) в слоях или, если ничего подходящего в полисистеме нет, задается новое имя.

Для хранения и преобразования полисистемы онтологий разработан специальный сервер. Основу сервера представляет сервер онтологий Cliopatria и реализация языка программирования SWI-Prolog. Созданы модули обеспечения взаимодействия клиентским приложениям, реализуемым на языках программирования Python (python-engines) и JavaScript (dustjs).

Другой задачей, решаемой при помощи полисистемного подхода является анализ изменения структуры семантически размеченных документов и построения модели информационных потоков объектов между документами. Два документа участвуют во взаимодействии, если содержать общую логическую структуру (ссылку на один и тот же объект), при этом документы должны относится к разным классам. Документ связывает части информационных потоков, и связь интерпретируется как преобразование исходной структуры в ряд новых. Конечным результатом анализа является построение слоя, элементы которого интерпретируются устойчивыми паттернами преобразований объектов (распознавание схожих структур и их классификация).

С использованием технологий Семантического Веба разработана спецификация параметров WPS-сервисов, которые позволяют определить требования к параметрам в виде реляционных таблиц. Спецификация определяет название параметра (сущности) и набор атрибутов. Каждый атрибут характеризуется названием, именем в базе данных, типом данных, единицами измерения (для числовых данных), элементом управления и его свойствами. Элемент управления определяет для атрибута пользовательский интерфейс редактирования и отображения данных. Свойства элемента управления позволяют настраивать пользовательский интерфейс в зависимости от характеристик данных, например, единицы измерения для числовых данных или определять тип географических данных. Спецификации представлены в виде каталога. Применение спецификаций позволяет настраивать WPS-сервис на структуру и свойства данных пользователя, в том числе

1. Создавать таблицы, требуемые для определенного сервиса анализа или обработки данных, на основе спецификаций параметров.
2. Обобщать различные по структуре пользовательские таблицы, содержащие общую спецификацию или унаследованные от нее другие спецификации.
3. Применять WPS-сервисы к любым таблицам содержащими данную спецификацию или спецификацию, унаследованную от данной.
4. Проводить анализ и создавать отчеты по совмещенным пользовательским таблицам.

Дальнейшая разработка данной технологии позволит существенно усовершенствовать технологии адаптации и конвертации данных документальных источников (таблиц, отчетов) к структуре входных данных сервисов WPS, разрабатывать алгоритмы интерпретации результатов расчетов в виде документов, предназначенных для чтения пользователем, а также интегрировать WPS в системы документооборота.

В рамках проекта разработаны алгоритмы и программная реализация нескольких методик анализа структуры (пластики) рельефа на основе GRID-данных высот. Программное обеспечение позволяет выделять в структуре рельефа местности зоны конвергенции и дивергенции вещества, а также проводить автоматизированный анализ объемов горных пород, складывающих рельеф местности с учетом разрушения и вымывания. Алгоритмы и программное обеспечение использовано в исследованиях разломной микроструктуры рельефа Западного побережья оз. Байкал в Ольхонском районе Иркутской области. Алгоритмы строятся на основе матричного преобразования поля градиентов высоты рельефа, а также фильтрации координат точек GRID-а на основе логических ограничений с последующей аппроксимацией поверхностей трехмерными сплайнами.

## Вклад каждого члена коллектива в выполнение Проекта в 2016 году (указать работу, выполненную каждым членом коллектива по Проекту в 2016 году с новой строки)

Черкашин Е.А. разработал методику анализа и описания информационных потоков между документами, формирующими предметную область проектируемой информационной системы.

## Адреса (полностью) ресурсов в Интернете, подготовленных авторами по данному проекту, например, http://www.somewhere.ru/mypub.html

<https://github.com/CellulaProject>;   
<https://github.com/eugeneai/python-pengines>;   
<https://github.com/eugeneai/ontology-server>;   
<https://github.com/eugeneai/dockerfiles/tree/master/ontology-server>;   
<https://github.com/eugeneai/dustjs>.