

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НИР И ОКР

**Е.М. Клейменова¹, П.О. Скобелев², В.Б. Ларюхин², Д.С. Косов²,
Е.В. Симонова²**

¹ ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева
141070, г. Королёв, ул. Ленина, 4а

² ООО «НПК «Разумные Решения»
443013, г. Самара, Московское ш., 17, оф. 1201

Описываются принципы построения специализированной онтологии управления НИР и ОКР предприятия. Приведены примеры применения онтологического подхода для управления деятельностью сотрудников на различных этапах выполнения проектов.

Ключевые слова: модель мира Аристотеля, онтология предметной области, управление проектной деятельностью предприятия.

Введение

Онтологии предметных областей завоевывают все большее применение в интеллектуальных системах поддержки принятия решений. В настоящее время известен целый ряд конструкторов онтологий, позволяющих создавать крупные промышленные приложения [1-5], например, для аннотирования статей в Интернет в рамках проектов Semantic Web.

В то же время, когда речь идет о создании планирующих и моделирующих систем, которые имеют дело с объектами и действиями, категориями пространства и времени, перечень возможных для использования конструкторов сужается, т. к. они не содержат эффективных механизмов поддержки работы с описаниями связанных операций, которые требуется планировать или моделировать. Аналогично дело обстоит и с моделями самих онтологий, которые требуются для формализации знаний о технических изделиях и процессах их проектирования и реализации.

В настоящей статье предлагается новая модель онтологии, применяемая для формализации процессов планирования распределения ресурсов при управлении проектами НИР и ОКР. Задача управления проектами и работами является одной из сложных и актуальных для предприятий, проводящих научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Сложность данной задачи обусловлена тем, что процесс управления проектами состоит из переменного ряда взаимосвязанных этапов, на каждом из которых необходимо учитывать множество факторов и критериев для успешного достижения поставленных целей и выполнения задач. Эти параметры могут зависеть как от особенностей конкретной организации, так и от сложившейся

Елена Михайловна Клейменова, аспирант, руководитель НТЦ «Корпоративные информационные технологии».

Петр Олегович Скобелев (д.т.н.), профессор кафедры «Инженерия знаний» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и связи.

Владимир Борисович Ларюхин, директор по разработкам ООО «НПК «Разумные решения», аспирант.

Даниил Сергеевич Косов, аналитик ООО «НПК «Разумные решения».

Елена Витальевна Симонова (к.т.н.), доцент кафедры «Информационные системы и технологии» Самарского государственного аэрокосмического университета.

ситуации, и должны учитывать знания и опыт инженеров.

Использование онтологического подхода позволит решить проблему поддержки принятия решений при управлении проектами НИР и ОКР за счет возможности более детального описания всех влияющих факторов и учета особенностей предметной области.

Предлагаемая модель используется для формализации знаний по управлению проектами НИР и ОКР РКК «Энергия».

Подход к построению онтологий на основе модели мира Аристотеля

В настоящей работе предлагается модель онтологии мира, названная моделью Аристотеля, который первым сформулировал базовые принципы конструктивной инженерии знаний миров действий [6]:

- **мир** состоит из **объектов**, способных вступать в процессы взаимодействия на основе **законов** мира;

- объекты определяются своими **свойствами**, которые задают способность объектов участвовать в процессах мира;

- сложные объекты состоят из простых, **процессы** состоят из **действий** с объектами;

- сложные объекты строятся из простых объектов путем выполнения **действий** (процессов) над ними для установления **отношений** и связывания простых объектов в сложные;

- **отношения** между объектами могут отражать структурные, функциональные, временные или другие виды связей между ними;

- с каждым объектом мира можно что-то **делать** в любой момент времени (нет тупиковых состояний), но чтобы выполнить действие над объектом, необходимо выполнить определенные условия;

- **события** действий (процессы) изменяют состояния объектов, их свойства и отношения и запускают новые процессы;

- объекты, свойства, процессы (действия) и отношения характеризуются **атрибутами различных типов**, которые имеют диапазоны значений и конкретные значения в заданный момент времени.

Набор состояний объектов конкретного мира с установленными отношениями и развивающимися процессами, остановленными в заданный момент времени, будем называть сценой мира.

Для разработки онтологий и сцен необходимы специализированные инструментальные средства, поддерживающие их создание и редактирование.

Онтология управления проектной деятельностью предприятия

В настоящей работе предлагается онтология предприятия, используемая в ходе проектного управления и позволяющая, с одной стороны, описывать объекты и процессы, особенности задач управления проектами, учитывая структуру предприятия, а также детализировать и накапливать информацию о конкретных проектах компании. С другой стороны, созданная онтология позволяет описывать особенности конкретных сотрудников-исполнителей, их личностные качества, навыки, опыт и другую информацию, которая может быть использована для формирования индивидуальных траекторий обучения специалистов и роста их квалификации. Верхний уровень разработанной онтологии представлен на рис. 1.

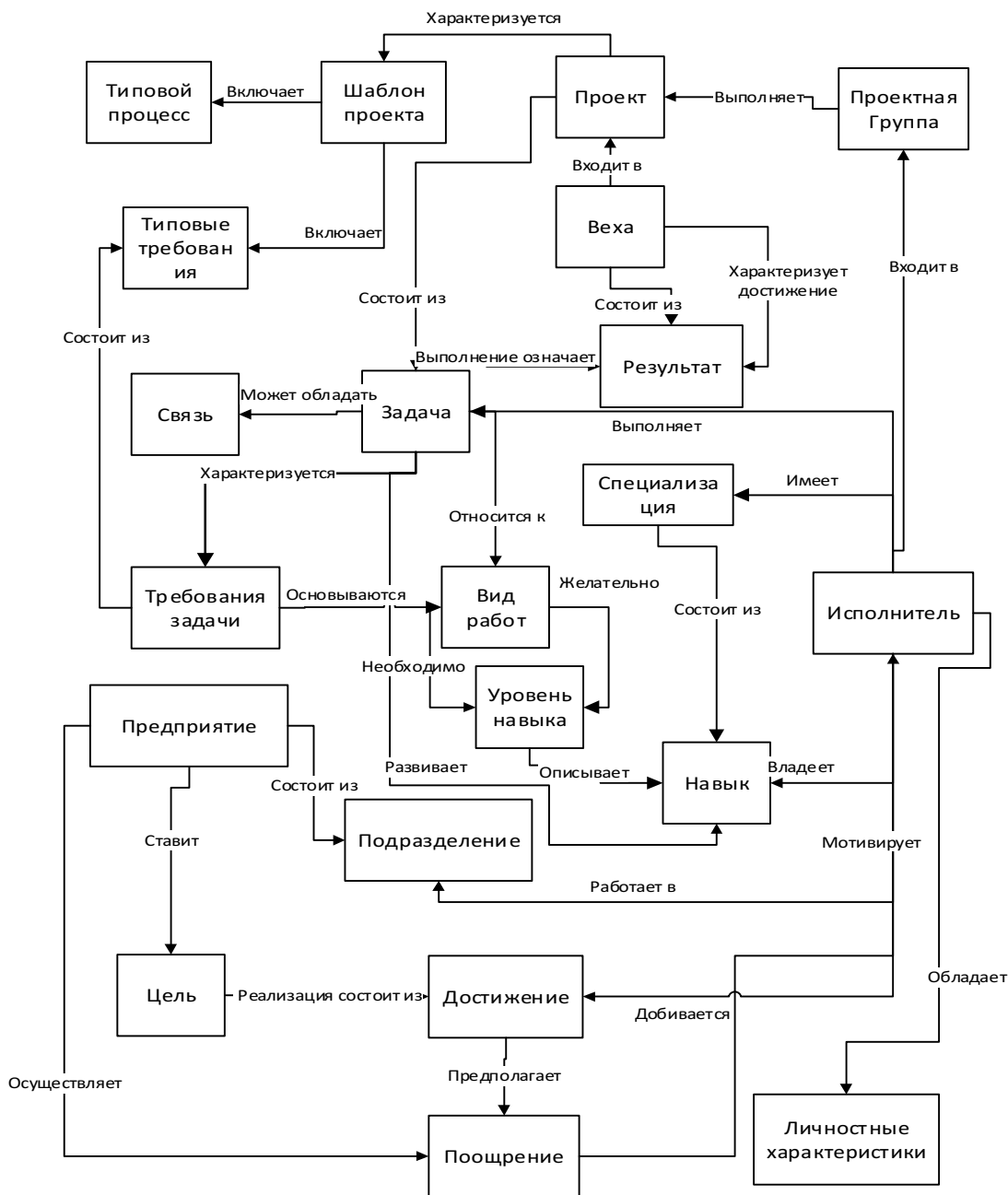


Рис. 1. Верхний уровень онтологии управления проектной деятельностью предприятия

Основным концептом в рамках управления проектами является концепт «Проект», описывающий уникальные свойства проекта. Такими особенностями могут быть цели проекта, предположительная выгода от его осуществления, его важность для предприятия, требования по составу исполнителей. Профиль проекта описывает также ряд ограничений, присущих проекту: ограничения по времени, средствам, ресурсам и т. п. Порядок действий по выполнению проекта характеризуется концептом «Шаблон проекта», включающим в себя концепты «Типовые требования» и «Типо-

вые процессы». Здесь под шаблоном проекта подразумевается устойчивая утвержденная совокупность типовых процессов, под типовым процессом – предопределенная последовательность выполнения задач, а под типовыми требованиями – совокупность базовых требований задач, на которые декомпозируются проекты. Базовые требования, которыми характеризуются задачи, определяются на основе концепта «Виды работ» в соответствии с видами работ, к которым они относятся. В дополнение к базовым требованиям задачи могут обладать индивидуальными требованиями, такими как сроки исполнения, назначение на конкретного исполнителя и т. д.

Одним из основных свойств задачи является способность образовывать взаимосвязи, определяющие порядок выполнения задачи и описываемые концептом «Связь». Выполнение задач приводит к набору следствий, которые описываются концептом «Результат». Определенные совокупности результатов, достигнутых к определенному моменту времени, составляют вехи, характеризующиеся концептом «Веха». Под вехами подразумеваются определенные моменты времени – своеобразные промежуточные дедлайны, ограничивающие этапы выполнения, на которые подразделяется проект. За выполнение проекта отвечают организованные команды или другие объединения сотрудников. В такое объединение может входить неограниченное число сотрудников, при этом каждый из них может состоять в нескольких объединениях и выполнять в них различные роли. Описание списка сотрудников, входящих в такое объединение, и их ролей содержится в концепте «Проектная группа». Сами сотрудники описываются концептом «Исполнитель», который содержит в себе информацию об общих данных исполнителей (дата рождения, образование, контактные данные и т. п.). Профессиональные качества исполнителя описываются с помощью концепта «Специализация», содержащего перечень навыков, которыми обладает исполнитель. Каждая специализация соответствует определенному установленному набору навыков.

Исполнитель, полноценно обладающий несколькими такими наборами, обладает несколькими специализациями. Полное описание каждого навыка в индивидуальном порядке обеспечивается концептом «Навык», который помимо подробного изложения умений, характеризующих данный навык, предоставляет справочную информацию о применении этого навыка исполнителем. Степень развития навыков пользователя описывается концептом «Уровень навыка» и является ключевым значением при определении уровня допуска исполнителя к тем или иным видам работ на предприятии. При этом необходимо учитывать, что в зависимости от изменения критериев стратегии планирования требования к уровню навыков исполнителей могут как повышаться, так и понижаться. Развитие навыков пользователя обеспечивается выполнением задач, относящихся к тем видам работ, для которых требуются эти навыки.

В рамках системы мотивации ориентирование исполнителей на развитие собственных навыков (а равно на увеличение производительности и качества труда) и достижение согласованности целей рабочего процесса является основной задачей предприятия, представленного в онтологии концептом «Предприятие». Предприятие, состоящее из подразделений, в которых работают исполнители, ставит перед собой глобальные стратегические цели, которые декомпозируются на достижения. Под достижениями следует понимать совокупность выполнения исполнителем (или группой исполнителей, если такое предусмотрено) ряда определенных задач и/или процессов. Выполнение исполнителем достижения подразумевает обязательное (в рамках инновационной концепции управления предприятием) поощрение исполнителя, выраженное в предварительно определенной предприятием форме, которое и является основным фактором, мотивирующим исполнителя.

На текущий момент имеется целый ряд инструментальных средств для разработки онтологий, которые позволяют создавать и редактировать концептуальные модели, а также обеспечивают совместный доступ, обмен данными и решают ряд других задач. Наиболее известные конструкторы онтологий представлены в работах [1-5], среди них Protégé, OntoEdit, The ontolingua server и другие. Однако эти редакторы не позволяют реализовать подход к построению онтологий на основе модели мира Аристотеля.

Для реализации данного подхода в настоящее время разрабатывается специализированный инструмент – конструктор онтологий (рис. 2), в котором семантическая сеть «объект – свойство – процесс – отношение – атрибут» позволяет управлять степенью детализации объекта и осуществлять послойную навигацию для удобного и гибкого поиска требуемых концептов.

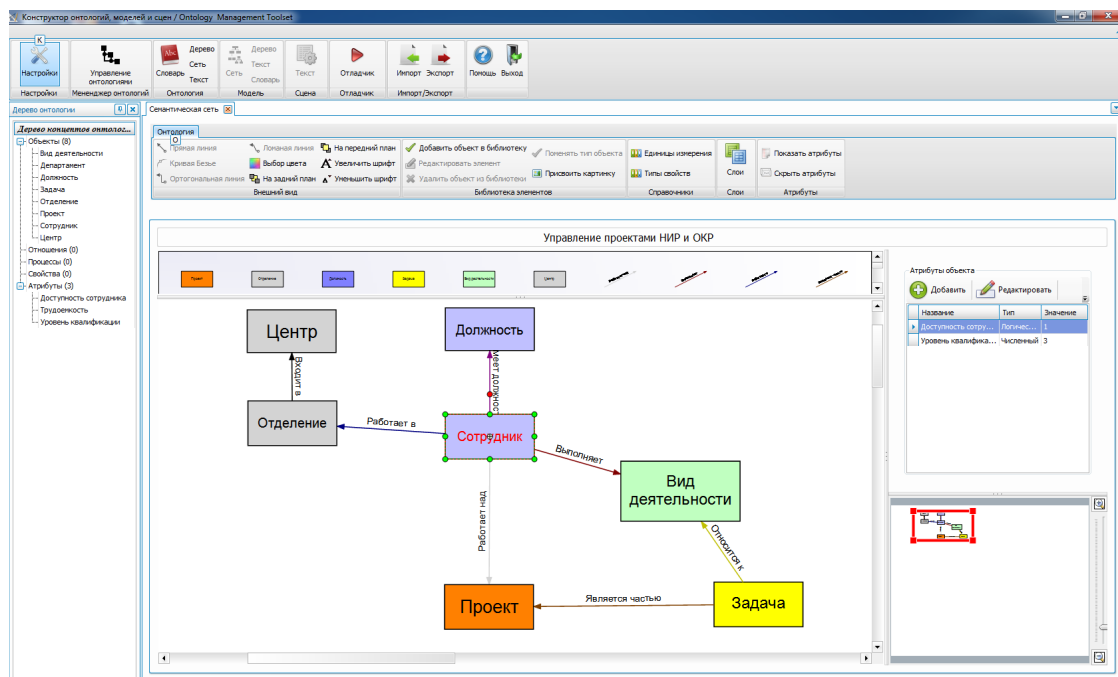


Рис. 2. Экран конструктора онтологий

Представленная онтология является основой для интеллектуальной информационной системы управления проектами НИР и ОКР.

Применение онтологического подхода для управления проектной деятельностью

Знания из онтологии можно использовать на всех уровнях управления в интеллектуальной системе для представления плана работ как сети связанных задач (операций) исполнителей (в будущем – подразделений):

- 1) этап построения плана работ;
- 2) этап исполнения плана;
- 3) контроль и анализ результатов работы.

Построение плана работ для подразделения

Модуль планирования для группы исполнителей (под группой подразумевается

проектная группа или подразделение корпорации) может использовать различные стратегии построения плана, при этом каждая из этих стратегий будет использовать знания из онтологии для формирования оптимального плана:

- выполнить как можно быстрее – задачи будут назначаться на наиболее опытных сотрудников для скорейшего их выполнения;
- выполнить с наибольшей пользой для обучения персонала – задачи будут назначаться так, чтобы сотрудники могли получить наибольшее количество опыта, однако срок выполнения задачи не должен превышать срок, установленный «сверху».

При использовании стратегии обучения на предприятии акцент в назначении задач на исполнителей делается на повышение их текущего уровня квалификации. При этом к видам работ могут допускаться работники, не имеющие доступа к ним при использовании других стратегий. Таким образом, исполнитель, не обладающий необходимым уровнем навыков для решения поставленной задачи, но, тем не менее, выполняющий ее (за больший срок, с меньшим качеством или прибегнув к помощи других сотрудников), развивает необходимые для данного вида работ навыки, в результате чего в будущем сможет выполнять аналогичные задачи на должном уровне в рамках применения других стратегий построения плана.

При построении плана на этом этапе могут быть учтены психологические (личностные) особенности. Например, если человек плохо справляется с монотонной работой (информацию об этом можно ввести в онтологию непосредственно или получить по историческим данным), система может назначать на него подобную работу в последнюю очередь или «разбавлять» однотипные работы в его плане работами другого типа, либо распределять такие задачи равномерно между всеми сотрудниками подразделения/команды проекта.

При повышенной утомляемости сотрудника длительная работа, требующая повышенной концентрации, не планируется непрерывно, а разделяется на несколько последовательных этапов, которые планируются к выполнению по несколько часов в день (в дальнейшем возможен учет биоритмов и других особенностей участников).

Если исполнитель работает над задачами нескольких проектов, система может планировать на него задачи одного проекта последовательно, чтобы исключить слишком частые переключения между различными проектами, причем контекст может быть задан не только проектом, но и другими способами: например, установкой специального атрибута «контекст» для каждой из задач в онтологии.

При использовании онтологии логика планирования может быть расширена без серьезных доработок в программном обеспечении.

Этап исполнения плана

В результате планирования исполнителю назначается набор задач, однако успешное исполнение зависит от большого числа факторов. На данном этапе особенно необходимо использовать интеллектуальный матчинг задач и исполнителей, основанный на специфических знаниях. Для решения данной задачи предлагается использовать систему поддержки исполнения, представляющую собой отдельный персональный планировщик для сотрудника. Основными задачами данного модуля являются:

- возможность своевременной отметки состояния исполнения задач, например, потраченное и оставшееся время на выполнение, текущие проблемы и т. д.;
- возможность декомпозиции поставленных задач, а также хранения и анализа данных шаблонов для последующего использования;
- интерактивное взаимодействие персонального планировщика с пользователем

для выявления проблем и дополнительных ограничений, например: «Я не могу продолжить выполнение задачи, пока не придет письмо с подтверждением»;

- перестроение плана работ исполнителя для наиболее эффективного выполнения, в том числе на основе методик управления временем (GTD и т. п.), – после сложной задачи лучше выполнить более простую или поработать над рутинной задачей;

- использование базы знаний корпорации для решения задачи;

- коррекция плана в соответствии с особенностями исполнителя на основании его профиля и личных установок.

Данный перечень возможностей может быть дополнен или изменен в дальнейшем. Дополнительная логика планирования персонального планировщика будет действовать согласованно с планировщиками групп так, чтобы не нарушить их план и не выйти за срок.

Контроль и анализ результатов работы

На этапе контроля существует ряд задач, в которых использование системы поддержки исполнителей может дать весомый вклад в построение эффективной работы.

Одной из возможных задач является анализ результатов работы исполнителей, набранного ими опыта и достигнутых результатов. Анализ показателей сотрудников и мониторинг динамики получения опыта позволит специалистам по кадрам и руководителям подразделений развивать сотрудников, управлять их мотивацией и отслеживать узкие места. Одним из возможных вариантов стимулирования и мотивации сотрудников является использование механизма достижений. Достижения и правила их фиксации могут быть описаны в онтологии и обработаны в процессе работы системы. Фиксация новых достижений может стать одним из факторов мотивации сотрудников, например материальное поощрение за освоение нового навыка.

С другой стороны, возможна и обратная связь – при использовании онтологического подхода каждый из сотрудников может указывать свои предпочтения и ставить перед собой цели, например повышение заработной платы или построение персональной траектории развития. Если сотрудник заинтересован в обучении, он может выбрать те навыки, которые ему хотелось бы освоить; тогда при согласии руководителя система планирования в режиме обучения будет стараться назначить исполнителю задачи, развивающие интересующие его навыки. База знаний может содержать не только информацию о соответствии требований задач навыкам специалистов, но и дополнительную информацию об обучающих и справочных материалах, которые могут помочь как в работе, так и в развитии интересующих умений и навыков.

Выводы

Рассмотренный в данной работе подход позволяет строить онтологии для создания интеллектуальных систем управления ресурсами организаций, осуществляющих деятельность в области НИР и ОКР, где особенно часто возникают новые сложные задачи и другие важные события.

Принципы использования онтологии как для решения различных задач планирования ресурсов, мониторинга и контроля результатов, так и управления персоналом подтвердили перспективы использования онтологического подхода для управления НИР и ОКР. Предлагаемый подход может быть также эффективно использо-

ван для решения задач моделирования производственных процессов и для планирования управления ресурсами предприятий в реальном времени.

Авторы выражают благодарность Министерству науки и образования РФ, поддержавшему разработки по созданию интеллектуальных систем управления ресурсами предприятий в реальном времени по государственному контракту Минобрнауки РФ № 14.514.11.4005.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Farquhar A., Fikes R., Rice J. The ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction // International Journal of Human-Computer Studies, 46(6), 1997. – P. 707-728.
2. Musen M. Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protégé with the EON Architecture // Methods of Inform. in Medicine, 1998. – P. 540-550.
3. OntoEdit: Collaborative ontology development for the Semantic Web. Y. Sure, M. Erdmann, J. Angele, S. Staab, R. Studer, D. Wenke // In Proc. of the Inter. Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italia, June 2002.
4. Bechhofer S., Horrocks I., Goble C., Stevens R. OilEd: A Reason-able Ontology Editor for the Semantic Web // Joint German/Austrian conf. on Artificial Intelligence (KI'01). Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 2174, Springer-Verlag, Berlin, 2001. – P. 396-408.
5. Domingue J. Tadzebao and WebOnto: Discussing, Browsing, and Editing Ontologies on the Web // Proc. of the Eleventh Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, KAW'98, Banff, Canada, 1998.
6. Скобелев П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени // Онтология проектирования. – 2012. – № 1(3). – С. 6-38.

Статья поступила в редакцию 26 февраля 2013 г.

DESIGN AND UTILIZATION OF ONTOLOGY FOR INTELLIGENT SYSTEM FOR MANAGEMENT OF RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECTS

E.M. Kleimenova¹, P.O. Skobelev², V.B. Larukhin², D.S. Kosov², E.V. Simonova²

¹ JSC RSC «Energia» after S.P. Korolev
4A, Lenin st. Korolev, Moscow area, 141070

² «SEC «Smart Solutions»,
17, Moscovskoe Shosse, Samara, 443013

The principles of designing the specialized ontology for management of enterprise research and development projects are described in the paper. The examples of using the ontological approach for managing the employees' activity at different project execution stages are given.

Keywords: *Aristotle universe model, domain ontology, enterprise project activity management.*

*Elena M. Kleimenova, Postgraduate Student.
Petr O. Skobelev (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.
Vladimir B. Larukhin, Postgraduate Student.
Daniil S. Kosov, analyst.
Elena V. Simonova (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.*