

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**Предложена и реализована концепция интегрированной системы поддержки принятия решений по управлению проектами, позволяющей осуществлять компьютерную поддержку решения широкого круга задач жизненного цикла проекта в условиях неопределенности, нечеткости и многих критериев, основанная на синтезе методов проектного управления, теории принятия решений, системного анализа и технологий интеллектуальной обработки информации.**

**Ключевые слова:** управление проектом, система поддержки принятия решений, неопределенность, нечеткие множества, теория принятия решений, интеллектуальные технологии.

Управление проектами (УП) – многоаспектная творческая деятельность по управлению целями, временем, стоимостью, ресурсами, командой, рисками, интеграцией проекта, качественно осуществлять которую без применения компьютерных средств невозможно.

В настоящее время разработано разнообразное специализированное программное обеспечение по управлению проектами, которое автоматизирует основные процессы календарно – ресурсного планирования и управления проектами: линейное и сетевое моделирование и планирование проекта, отслеживание состояния работ проекта, построение графиков требуемых ресурсов, другие функции управления проектами.

На российском рынке программных средств управления проектами представлены все секторы мирового рынка программных средств, от очень дорогих и мощных до недорогих и простых. Из недорогих пакетов управления проектами на российском рынке представлены и используются Microsoft Project, Time Line, Open Plan; из дорогих профессиональных программных средств – Artemis Prestige и Primavera Project Planner. Имеется также ряд отечественных программ управления проектами, из которых выделяется своими возможностями пакет Spider Project.

Несмотря на разнообразие существующих автоматизированных средств управления проектами, множество важных процессов и задач управления проектами не имеет необходимой компьютерной поддержки или их компьютерная поддержка осуществляется недостаточно полно. Современные проекты и условия их реализации все более усложняются, расширяется круг решаемых в них задач, а существующие программные средства по управлению проектами не охватывают всего круга вопросов, воз-

никающих при управлении проектами. Особенно это ощущается при управлении проектами, не имеющими в прошлом аналогов, планирование и выполнение которых осуществляется в условиях неполной или неточной информации, что характерно для инновационных проектов, проектов разработки новых технологий и продуктов, проектов в области информационных технологий. Кроме того, при планировании и осуществлении различных проектов приходится решать множество слабоформализованных и неформализованных задач, использующих в качестве исходной качественную информацию, для обработки которой требуются специализированные методы обработки, например, методы теории нечетких множеств и нечеткой логики, интеллектуальные методы обработки информации.

Проведенный анализ наиболее известных пакетов программных средств по управлению проектами показал, что в существующих программных средствах по управлению проектами отсутствует компьютерная поддержка или она осуществляется недостаточно решения следующих типов задач по управлению проектами: слабоформализованных, решаемых в условиях разных видов неопределенности и нечеткости, многокритериальных.

Кроме того, не осуществляется в полной мере компьютерная поддержка взаимосвязанного решения широкого круга различных задач управления проектами, возникающих на разных этапах жизненного цикла проекта. В программных средствах по управлению проектами не учитываются многие реальные условия и факторы, возникающие неопределенности, что приводит к неадекватному отображению действительности, в которой осуществляются процессы управления проектами.

Нами разработана и реализована концепция системы управления проектами в условиях неопределенности, позволяющей решать многие формализованные, слабоформализованные и неформализованные задачи управления проектами в условиях разных видов неопределенности и многих критериев, осуществлять компьютерную поддержку широкого круга задач, возникающих на протяжении всего жизненного цикла проекта. Концепция системы основывается на синтезе методов и технологий проектного управления, теории принятия решений и технологий интеллектуальной обработки информации.

Теория проектного управления и системный подход к управлению проектами выдвигают необходимость взаимоувязанного решения широкого круга задач УП, интеграции различных функций проектного управления. Методы теории принятия решений и многокритериальной оптимизации позволяют осуществлять поддержку принятия оптимальных решений с учетом многих факторов и условий, что позволяет более адекватно моделировать действительность при управлении проектами [2].

Интеллектуальные методы и технологии, основанные на теории нечетких множеств, нечеткой логике, эволюционном моделировании и нейронных сетях позволяют эффективно решать разнообразные задачи, возникающие при управлении проектами в условиях неопределенности, более гибко адаптироваться к постоянно меняющимся условиям, в которых протекает управление проектами.

Первым принципом построения системы управления проектами является то, что любой вид информации и неопределенности (стохастической, лингвистической, интервальной) в системе управления проектами должен представляться в нечетко-множественном виде, так как теория нечетких множеств позволяет адекватно описывать и обрабатывать различные виды неопределенностей [1].

Традиционным подходом к управлению проектами в условиях неопределенности является вероятностный подход, однако применение теории вероятностей для оперирования неопределенными величинами приводит к тому, что всякая неопределенность отождествляется со случайностью, независимо от ее природы, тогда как основным источником неопределенности при управлении проектами является нечеткость или расплывчатость. Неопределенность в управлении проектами вносят: неточность исходных

данных и модели, человеческий фактор, качественный характер обрабатываемой информации.

Системы управления проектами в условиях неопределенности являются плохо определенными системами, в которых решается много слабоформализованных и неформализованных задач, для которых точное описание либо неизвестно, либо не имеет большого смысла, либо плохо реализуется. Кроме того, систему УП необходимо моделировать как «гуманистическую» систему, включающую человека как подсистему, с его нечеткостью мышления, традициями и привычками, как нечеткую систему, на вход которой подаются четкие или нечеткие значения различных параметров проекта, а на выходе получается четкое значение результата выполнения проекта. Методы и модели теории нечетких множеств служат универсальным математическим аппаратом при описании систем управления проектами в условиях неопределенностей различного вида, не требующим предварительного длительного накопления статистики по проектам.

При подходе к управлению проектами с позиций теории нечетких множеств, критерии функционирования системы поддержки принятия решений можно представить в виде максимизации степени допустимости и эффективности (минимизации степени недопустимости и неэффективности) принимаемых решений по управлению проектами. В качестве подмножества решений целесообразно выбрать подмножество допустимых и эффективных альтернативных вариантов решения задач принятия решений по управлению проектами, которое является нечетким для реальных систем управления проектами, так как нельзя сказать, что лишь один из альтернативных вариантов решения задач принятия решений по управлению проектами является эффективным, а все остальные варианты решения неэффективны.

Как оказывается, функции принадлежности нечетких множеств адекватно отображают как детерминированные множества, так и нечеткое задание неопределенности, а также и интервальную неопределенность, так как границы интервала значений величины имеют определенные значения функции принадлежности  $\mu_A(x)$ , равные 0 или 1. Кроме того, вероятности задания значения какого либо параметра всегда можно сопоставить соответствующее значение функции принадлежности  $\mu_A(x)$  и шкалы задания значений; это означает, что и

стохастическую неопределенность можно адекватно задать с помощью нечетких множеств.

Следующим принципом построения системы управления проектами является многоуровневость и иерархичность системы, в которой каждый уровень иерархии и каждый элемент уровня должны быть обеспечены необходимой информацией для решения задач соответствующего уровня. Иерархичность построения систем с соподчинением отдельных подсистем, зависимостью подсистем более высокого уровня от реального выполнения функций подсистемами нижнего уровня повышает надежность системы.

Возникновение иерархической структуры управления проектами обусловлено все возрастающей сложностью самих проектов и усложнением управления такими проектами. Поэтому появилась необходимость разделения всего процесса управления сложным проектом на такое число уровней, чтобы решение задачи принятия решения по управлению проектом соответствовало уровню управления.

Существующие системы управления проектами ориентированы, в основном, на нижний иерархический уровень управления – команду проекта. Информация для высшего уровня управления поставляется после расчета на нижнем уровне управления и агрегирования по определенным ключевым показателям. На верхних уровнях принимать решения только на основании укрупненной информации нельзя, так как любое внесение изменений в эту информацию, любое корректирующее воздействие требует внесения изменений и в модель на нижнем уровне управления, перерасчета, вновь агрегирования для верхнего уровня управления. Это приводит к замедлению принятия решений на верхних уровнях управления проектами. В иерархической системе управления проектами на каждом уровне управления формируются свои модели, с помощью которых участники проекта принимают управленческие решения на соответствующих уровнях управления.

Следующим важным принципом построения системы управления проектами является то, что система управления проектами должна быть интеллектуализированной системой поддержки принятия решений (ИСППР). Интеллектуализированной СППР по управлению проектами будем считать систему, способную поддерживать принятие решений (формировать рекомендации ЛПР) в условиях многих критериев и альтернатив, необходимости обра-

батывать и анализировать большой массив информационных данных по проектам, неполной и недостаточной исходной информации по проектам, нечеткости и неопределенности данных, слабой формализованности и неформализованности задач по управлению проектами, необходимости распознавать ситуацию, проводить интеллектуальный анализ данных (классифицировать проекты и работы, планировать и определять параметры проекта на основе данных по успешно выполненным проектам), различных этапов жизненного цикла проектов (инициации, планирования и т. д.), адаптации и самообучения на основе хранилища данных по проектам.

Интеллектуализированная СППР отличается от интеллектуальной СППР тем, что окончательное решение в интеллектуализированной СППР по УП принимает менеджер проекта, а в интеллектуальной СППР – принимать решения способна сама система. Интеллектуализированная СППР по УП, построенная на основе интеллектуальных технологий может быть гибкой, легко адаптироваться к меняющимся условиям, осуществлять поддержку принятия решений неформализованных и слабоформализованных задач, которых при управлении проектами возникает множество [3].

Становится своевременным переход от детерминированно-статистических к интеллектуализированным и интеллектуальным системам по управлению проектами. Это обусловлено сложностью реальных проектов и задач управления проектами, описываемых количественными и качественными моделями, неопределенностью и многокритериальностью условий принятия решений по управлению проектами, возможностями аппаратных средств.

Сегодня существует значительный разрыв между возможностями аппаратных средств компьютеров и применяемыми методами решения прикладных задач, реализованными в существующих компьютерных средствах управления проектами. Наиболее освоенные на сегодня методы управления проектами основаны на хорошо формализованных математических моделях. Однако в практической деятельности многие актуальные задачи по управлению проектами относятся к плохо формализованным, для которых не известны алгоритмы, приводящие к результату без интеллектуального вмешательства человека. В настоящее время, в силу возросших возможностей компьютеров и нарабатываемых математических методов, актуальной

проблемой становится создание программных средств по управлению проектами, использующих значительные ресурсы современных компьютеров и разработанные интеллектуальные технологии для решения плохо или недостаточно формализованных задач [4].

Своевременным становится создание и организация хранилищ (архивов) данных по проектам, которые в дальнейшем могут использоваться для интеллектуального анализа данных по проектам, адаптации разработанной системы управления проектами к конкретным условиям выполнения проектов, хранения экспертной информации, используемой для решения плохо формализованных задач. Статистическая информация, накопленная и содержащаяся в хранилищах выполненных проектов может быть использована для настройки и обучения нейронных сетей, адаптации нечетких систем и генетических алгоритмов, применяемых в разработанной нами интеллектуализированной интегрированной СППР по управлению проектами для решения различных плохо формализованных задач.

Следующим принципом построения системы управления проектами является то, что эта система должна быть интегрированной многофункциональной системой поддержки принятия решений, позволяющей принимать решения по широкому кругу задач управления проектами, осуществляющей как вертикальную интеграцию по уровням и субъектам управления, так и горизонтальную интеграцию по стадиям процесса управления и функциям процесса управления. Многофункциональность позволяет осуществлять поддержку принятия решения по различным задачам управления проектами [5].

Таким образом, согласно разработанным принципам, система управления сложными проектами в условиях неопределенности – это интегрированная интеллектуализированная система поддержки принятия решений, которая позволяет принимать решения по широкому кругу задач управления проектами, осуществляющая как вертикальную интеграцию по уровням и субъектам управления, так и горизонтальную интеграцию по стадиям процесса управления и функциям процесса управления.

На основе разработанной концепции, различные виды неопределенностей и нечеткости, которые, как правило, сопровождают весь процесс управления сложным проектом, адекватно моделируются с использованием теории нечетких множеств и нечеткой логики. Интеллекту-

альные методы и технологии, реализованные в системе УП на основе предлагаемого подхода, основанные на теории нечетких множеств, нечеткой логике, эволюционном моделировании и нейронных сетях позволяют эффективно решать различные задачи, возникающие при управлении проектами в условиях неопределенности и нечеткости, в том числе формализованные и слабоформализованные, более гибко адаптироваться к постоянно меняющимся условиям, в которых протекает управление сложными проектами.

Согласно предлагаемой концепции нами разработана интегрированная интеллектуализированная система поддержки принятия решений по управлению проектами, которая состоит из подсистем поддержки принятия решений, осуществляющих поддержку решения основных задач и функций управления проектами.

Интегрированная система поддержки принятия решений по управлению проектами (ИСППР по УП) разработана нами в среде программирования Delphi в виде пакета прикладных программ и функционирует на основе рассмотренных принципов нечетко-множественного представления информации, иерархичности, интегрированности, многофункциональности и интеллектуализированности [6].

Информационная поддержка по нахождению оптимальных решений задач управления проектами производится на основе экономико-математических моделей и методов. Они позволяют оценить качество и эффективность принимаемых решений по совокупности различных критериев оптимизации ресурсов, осуществлять прогноз возможных последствий, использовать полученные оценки в управлении.

Банк моделей и алгоритмов предназначен для поддержки принятия решений по различным задачам УП, описания и оптимизации объектов или процессов управления проектами. Модели, базируясь на математической интерпретации задач, возникающих при управлении проектами при помощи соответствующих алгоритмов и адаптации параметров моделей позволяют принимать оптимальные решения по различным задачам управления проектами.

На рисунке 1 представлен фрагмент главного меню разработанной нами интегрированной интеллектуализированной системы поддержки принятия решений по управлению проектами.

В банке моделей и алгоритмов интегрированной интеллектуализированной системы

поддержки принятия решений по управлению проектами реализованы алгоритмы на основе следующих методов: дерева целей, нахождения парето-оптимальных множеств, уступок, аддитивной свертки, пересечения нечетких множеств, максиминной нечетко-множественной композиции, анализа иерархий, нейронных сетей, нечеткого логического вывода, эволюционных вычислений, оптимизации на графах, нейросетевых технологий и др.

Разработанные нами математические модели и алгоритмы позволяют решать следующие слабоформализованные и многокритериальные задачи по управлению проектами в условиях неопределенности: выбор наиболее инвестиционно-привлекательных проектов, выбор оптимальной комбинации поставщиков проекта, определение наиболее осуществимой альтернативы сетевой модели проекта, интеграция проектов на основе определения приоритетности целей, другие слабоформализованные задачи по управлению проектами.

В ИСППР по УП, разработанной нами, реализован интеллектуальный анализ на основе архива данных по проектам, нейросетевых технологий и систем нечеткого логического вывода, с помощью которого можно осуществлять классификацию данных по проектам, кластеризацию проектов, выявлять зависимости меж-

ду различными характеристиками проектов, прогнозирование временных, стоимостных и других параметров работ проекта на основе имеющихся данных по успешно выполненным проектам [7].

Применение разработанных нами моделей и алгоритмов в подсистемах ИСППР УП осуществляется по следующей методике. В результате предпроектного обследования, выбора проекта и определения инвесторов проекта формируется модель предметной области проекта, определяются цели, подцели и работы проекта, что осуществляется с помощью подсистем «Управление предпроектным обследованием» и «Управление предметной областью и целями». Если выполняется одновременно несколько проектов, то необходимо ввести в действие подсистему «Управление интеграцией проекта», в которой осуществляется распределение материальных и трудовых ресурсов между проектами, определяется очередность выполнения задач проектов. В подсистеме поддержки принятия решений «Календарно-ресурсное управление» задаются альтернативные варианты работ проекта, строится наиболее осуществимая сетевая модель проекта, определяются оптимальные продолжительности выполнения работ и проекта в целом, временные параметры работ проекта, формируется сетевой граф проекта и диаграм-

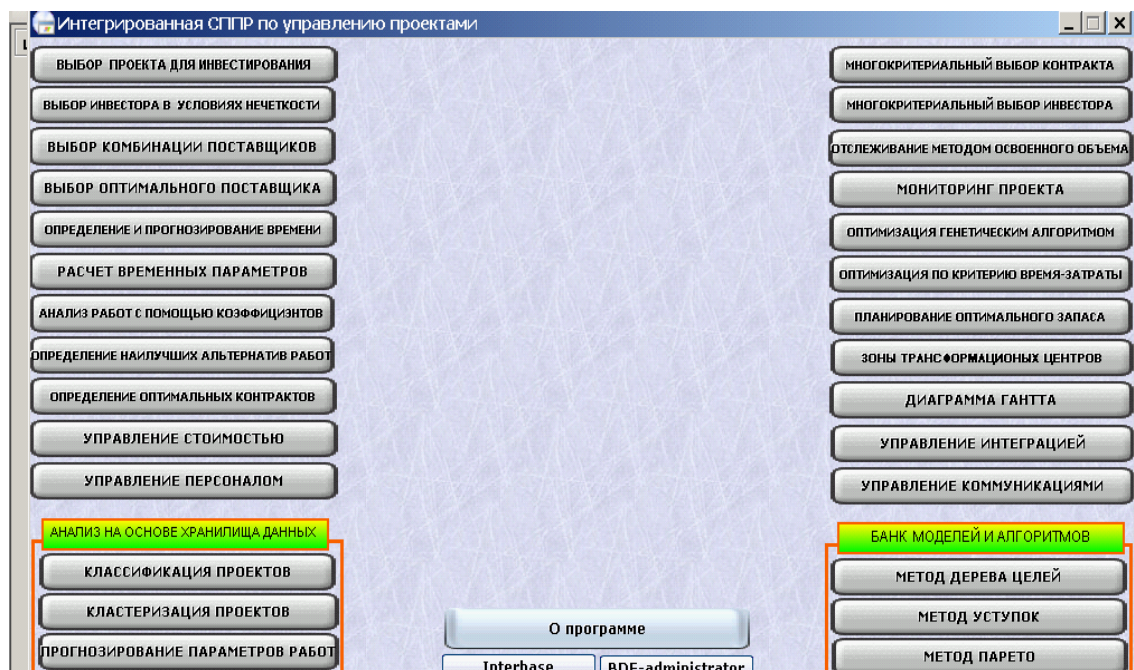


Рисунок 1. Фрагмент главного меню интегрированной интеллектуализированной системы поддержки принятия решений по управлению проектами

ма Гантта проекта. После того, как определен состав и содержание работ, определяются необходимые ресурсы выполнения работ проекта.

С помощью подсистемы «Управление поставками и контрактами» осуществляется поддержка принятия решений по выбору оптимальных поставщиков ресурсов и наилучших контрактов. С помощью подсистемы «Управление персоналом» принимаются решения по оптимальным назначениям на различные должности в команде проекта, в том числе и руководителя проекта. В результате определения ресурсов и исполнителей работ проекта осуществляется смета проекта, определение оптимальной стоимости проекта с помощью подсистемы «Управление стоимостью проекта».

Подсистема «Управление коммуникациями проекта» предназначена для определения способов и средств связи, носителей информации, определения оптимальных коммуникаций проекта. В подсистеме «Управление качеством» осуществляется определение качества проекта по трудовым, материальным ресурсам, по срокам; производится интегральная оценка качества проекта. В подсистеме «Управление рисками» производится выявление рисков в проекте и получение рекомендаций по защите от рисков.

С помощью подсистемы «Управление изменениями и мониторинг проекта» можно контролировать и отслеживать ход выполнения проекта, расходование ресурсов и средств, выделенных на проект; в подсистеме поддерживается отслеживание методом освоенного объема. В подсистеме «Управление завершением проекта» имеется возможность оценить эффективность проекта по соблюдению сроков, бюджета, производить интегральную оценку проекта, сохранение данных в хранилище данных для последующих проектов.

Разработанные нами модели, алгоритмы и программные модули ИСППР по УП могут быть интегрированы с другими программными средствами, существующими на предприятии с помощью технологии OLE, функций экспорта-импорта в программных средствах, с помощью SQL-запросов к базам данных.

Разработанная нами ИСППР по УП позволяет осуществлять компьютерную поддержку решения широкого круга формализованных и слабоформализованных задач жизненного цикла проекта в условиях определенности, риска и неопределенности, многих критериев и принимать более обоснованные решения по управлению проектами.

19.10.2011

**Список литературы:**

1. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
2. Андрейчиков, А.В. Анализ, синтез и планирование решений в экономике / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – 2-изд., доп. и перераб. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 464 с.
3. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебник для вузов / Д.В. Гаскаров. – М.: Высш. шк., 2003. – 431 с.
4. Корнеев, В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / В.В. Корнеев, А.Ф. Гареев, С.В. Васютин, В.В. Райх. – М.: Нолидж, 2001. – 352 с.
5. Мазур, И.И. Управление проектами / И.И. Мазур., В.Д. Шапиро., Н.Г. Ольдерогге. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.
6. Математические основы управления проектами / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова и др. Под ред. В.Н. Буркова. – М.: Высш. шк., 2005. – 423 с.
7. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

Сведения об авторах:

**Беляева Мария Алексеевна**, доцент кафедры прикладной информатики в экономике и управлении Оренбургского государственного университета  
460019, г. Оренбург, Шарлыкское шоссе, 5, ауд. 14319, тел. (3532) 372565,  
e-mail: maribel2005@yandex.ru

**Буреш Ольга Викторовна**, декан факультета экономики и управления  
Оренбургского государственного университета, доктор экономических наук, профессор  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 6309а, тел. (3532) 372440, e-mail: Buresh@mail.ru

**Шаталова Татьяна Николаевна**, профессор кафедры экономики и организации производства  
Оренбургского государственного университета, доктор экономических наук, профессор  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 6306, тел. (3532) 372440