

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТЕЙКХОЛДЕРОВ

О.В. Логиновский, Я.Д. Гельруд

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Описана методология создания информационно-аналитической системы управления сложными проектами на основе комплекса математических моделей функционирования различных заинтересованных сторон (стейкхолдеров), учитывающих их цели, задачи, функции и иные особенности.

Указанная методология базируется на современной универсальной сетевой модели, обеспечивающей возможность описания сложного проекта с учетом стохастичности его структуры, вероятностного характера параметров. При этом описаны процедуры, позволяющие формировать для каждого стейкхолдера свою сетевую модель соответствующей степени агрегированности. Определена математическая модель системы, ее структура и реализуемые функции. Данный подход является основой для создания интегрированной информационно-аналитической системы управления проектами, учитывающей сложные реалии современного мира и обеспечивающей целостность и полноту выполняемых функций.

Ключевые слова: стейкхолдер, математические модели управления проектом, компетенции управления проектом.

Введение

В современном мире при управлении сложными комплексными проектами применяются как хорошо известные, так и вновь создаваемые модели, методы, алгоритмы и программные средства. Вместе с тем количество неуспешных проектов по отношению к успешным достигает, по разным оценкам, от 40 до 60 %. Причины такой невысокой эффективности различны, к основным из них относятся:

– недооценка значимости процессов, происходящих в современном мире, таких как обострение противоречий между крупнейшими мировыми державами, усиление борьбы за ресурсы, территории, рынки и умонастроения, стремление к лидерству в сфере военных, промышленных и информационных технологий;

– несоответствие традиционных методологических подходов и их инструментария новым вызовам, концепциям и изменившемуся положению дел в современном мире в целом, и в области проектного управления в частности;

– сложившаяся практика управления проектами не в полной мере соответствует известному закону необходимого разнообразия Р. Эшби, сущность которого заключается в том, что разнообразие управляющей системы не должно быть меньше разнообразия поведения управляемой системы. В противном случае такая система не сможет отвечать задачам управления, выдвигаемым внешней средой, и будет малоэффективной. Отсутствие или недостаточность разнообразия могут свидетельствовать о нарушении целостности подсистем, составляющих данную систему.

Все используемые в настоящее время методы и модели, включая широко известные в мире методологии и стандарты – PMBOK, PRINCE2, IPMA ICB, P2M предназначены для уровня исполнителей: руководители проекта, управляющая команда, специалисты офисов. Тогда как для верхних эшелонов власти и управления бизнесом – уровень основных стейкхолдеров – соответствующие модели и методы управления практически отсутствуют. Но это уровень принятия стратегических решений, от него зависит около 50 % успеха проектной деятельности, именно на нем сосредоточены все ресурсы и принимаются важнейшие решения. Таким образом, одна из основных причин неуспешности проектного управления состоит в том, что верхние уровни

управления слабо вовлечены в эту деятельность, а современная методология и технология проектного управления не учитывает в должной мере их интересы.

В статье описывается методология создания информационно-аналитической системы управления сложными проектами на основе интеграции и конвергенции комплекса мультиаспектных взаимосвязанных математических моделей функционирования различных стейкхолдеров, при этом приводится математическая модель системы, ее структура и реализуемые функции.

1. Логическая схема информационно-аналитической системы управления сложными проектами

Укрупненная информационно-логическая схема взаимодействия стейкхолдеров приведена на рис. 1.

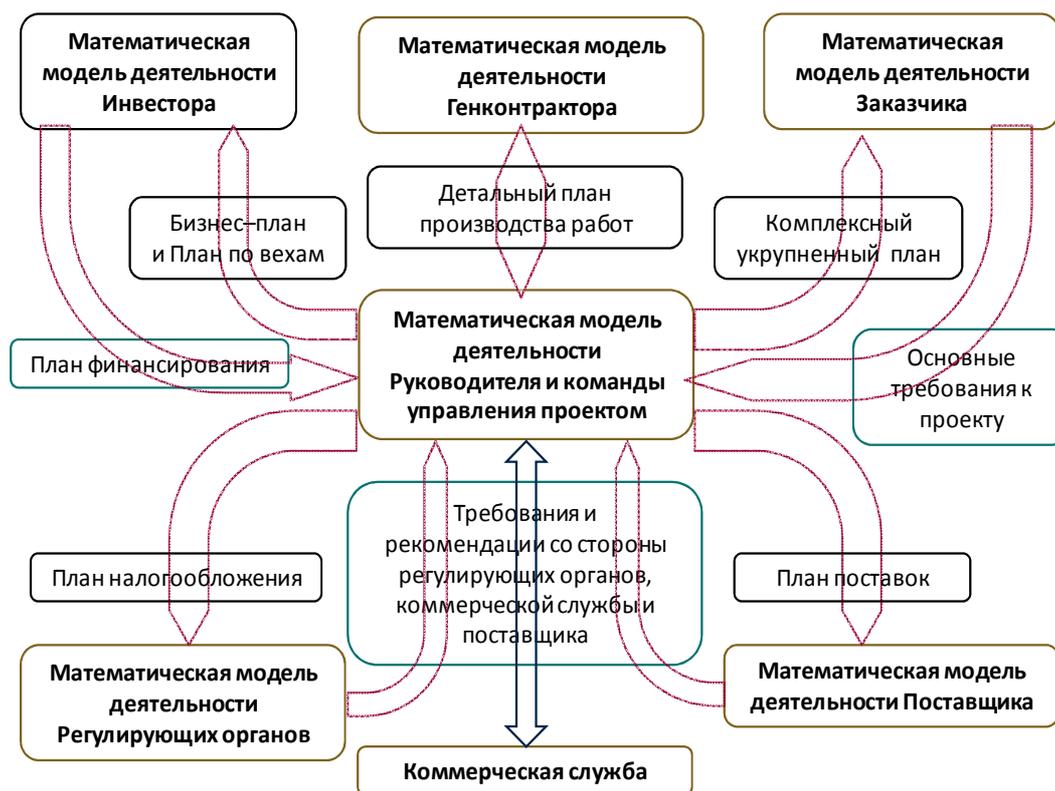


Рис. 1. Взаимосвязь математических моделей управления проектом

Бизнес-план и План по вехам содержат наиболее возможные варианты плана финансирования проекта и его частей и соответствующие сроки реализации.

Детальный план производства работ формируется из описания сложного проекта, которое базируется на использовании циклической альтернативной сетевой модели (ЦАСМ), при этом классические, обобщенные и стохастические сетевые модели являются ее частными случаями [1].

Комплексный укрупненный план представляет собой обобщенную сетевую модель проекта, которая разрабатывается командой проекта на основе детализированной модели проекта.

План налогообложения содержит сроки и объемы реализации проекта и его пусковых комплексов.

План поставок содержит плановые объемы поставок по всей номенклатуре ресурсов и лимиты финансирования по группам ресурсов.

План финансирования содержит объемы финансирования проекта собственными силами, объемы кредитования по периодам и наиболее эффективные варианты реализации проекта.

Основные требования к проекту со стороны заказчика задают конфигурацию проекта и продукта, сроки свершения событий укрупненного графика и продолжительности укрупненных работ.

Требования и ограничения со стороны регулирующих органов относятся к объемам налогообложения, оценкам экологических рисков и качеству жизни людей.

Требования и ограничения со стороны поставщика содержат объемы и сроки поставок всех материальных ресурсов, объемы и сроки закупок у субпоставщиков.

Алгоритм интеграции математических моделей и методов для реализации управления проектом состоит из процедур агрегирования сетевых моделей, описанных в [1], для каждого уровня управления и каждого стейкхолдера, с учетом компетенций каждой заинтересованной стороны определены необходимые типы сетевых моделей, их параметры и методы обработки. Математические модели управления проектами с позиций стейкхолдеров, таких как инвестор, заказчик, поставщик, руководитель проекта и его команда, регулирующие органы, коммерческая служба, описаны в [2].

На рис. 2 схематично показаны уровни управления и соответствующие им сетевые функциональные модели описания проекта для каждого стейкхолдера. Здесь:

ДСМ (Детальная сетевая модель) – для команды управления проектом, проектного офиса;

ИФМ (Инвестиционно-финансовая модель) – для Инвестора;

ПСМ (Приемо-сдаточная модель) – для Заказчика;

УСМ (Укрупненная сетевая модель) – для Генерального подрядчика;

ОЛМ (Операционно-логистическая модель) – для Поставщика;

МИВП (Модель исполнения властных полномочий) – для регулирующих и надзорных органов, органов власти;

ДМ (Доходная модель) – для коммерческой службы.

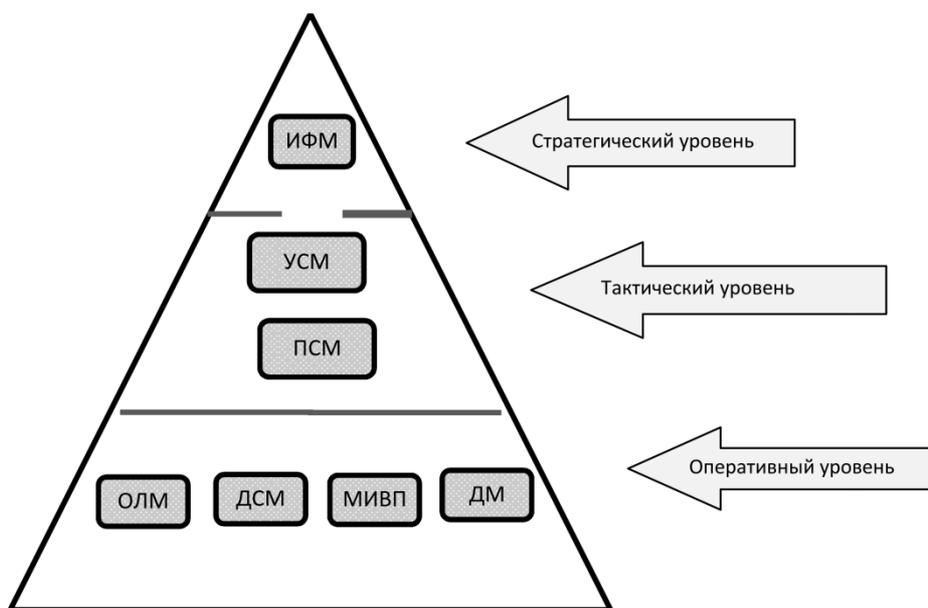


Рис. 2. Функциональные модели и уровни управления

Детальная сетевая модель (ДСМ)

ДСМ предназначена для оперативного и среднесрочного управления работами и проектной деятельностью исполнителями нижнего уровня. На ее основе составляются оперативные графики выполнения работ, поставок и других видов деятельности, также осуществляется оперативный учет, отчетность, контроль, мониторинг, регулирование и обратная связь. ДСМ является процессной моделью всех видов деятельности и работ по созданию проектного продукта. ДСМ представлена ориентированным графом, в котором в технологической взаимосвязи показаны все работы с детерминированными и вероятностными характеристиками, с альтернативными, детерминированными и вероятностными связями, с возможностью образования циклов, т. е. описание проекта произведено с использованием всех возможностей ЦАСМ, описанной в [1]. Главными элементами ДСМ являются работы, события, зависимости, временные и ресурсные ограничения.

Инвестиционно-финансовая модель (ИФМ)

ИФМ является укрупненной (агрегированной) моделью проекта, содержащей возможные варианты его реализации. Предназначена для Инвестора и высшего руководства проектной деятельностью, принимающего стратегические решения. Включает все виды деятельности и их финансовые характеристики, необходимые для организации работ Инвестора и взаимодействующих с ним структур. На ее основе составляются перспективные и среднесрочные планы финансирования проекта, включающие все виды деятельности Инвестора на протяжении жизненного цикла от организации проекта до его реализации, а также для мониторинга, контроля, анализа, регулирования и прогнозирования. ИФМ учитывает и описывает технологическую последовательность отдельных процессов и работ по всем видам включенной в него деятельности для обеспечения проекта необходимыми средствами и отслеживания процесса финансирования. Основными элементами модели являются центры затрат, инвестиций, доходов, прибыли взаимосвязи, события и вехи, ограничения.

Приемо-сдаточная модель (ПСМ)

ПСМ входит в состав инструментов для управления проектной деятельностью с позиций Заказчика и связанных с ним структур. Предназначена для составления перспективного плана создания проектного продукта и поэтапного плана сдачи его готовых элементов (комплексов). В основе формирования ПСМ находится декомпозиция проекта на эти сдаточные элементы. Все элементы имеют свои измерения (трудоемкость, килограммы, длина, ширина, объемы работ, продолжительности) и все допустимые типы зависимостей между ними.

Укрупненная сетевая модель (УСМ)

УСМ является средством управления проектом для Генерального подрядчика и высшего руководства проектной деятельностью, принимающего стратегические решения. Предназначена для составления перспективных и среднесрочных планов создания продукта проекта, включающего все виды деятельности Генерального подрядчика на протяжении жизненного цикла от организации проекта до его реализации. А также для мониторинга, контроля, анализа и регулирования, прогнозирования, включая обратную связь. УСМ представлена ориентированным универсальным графом, в котором показаны в технологической взаимосвязи все работы по организации проекта, управлению проектом, проектированию, обеспечению комплектных поставок технологического и других видов оборудования, строительству, монтажу, пуску, наладке, вводу в эксплуатацию, выполнению функций авторского надзора.

Операционно-логистическая модель (ОЛМ)

ОЛМ предназначена для оперативного и среднесрочного управления работами и проектной деятельностью исполнителями Поставщика и его структур. На ее основе составляются оперативные графики планирования и осуществления поставок и других логистических видов деятельности для обеспечения проекта всеми необходимыми материалами и оборудованием, также осуществляется оперативный учет, отчетность, контроль, мониторинг, регулирование и обратная связь. ОЛМ предназначена для управления поставками и обеспечения качества как поставляемых материалов, так и качества процесса организации поставок. Главными элементами ОЛМ являются место, время, объемы, сроки операций и поставок и их продолжительности, временные, стоимостные и ресурсные ограничения.

Модель исполнения властных полномочий (МИВП)

МИВП предназначена для оперативного и среднесрочного управления работами и проектной деятельностью исполнителями организаций, исполняющих функции регулирующих и надзорных органов, а также органами власти. На ее основе составляются оперативные графики выполнения работ и других видов деятельности, также осуществляется оперативный учет, отчетность, контроль, мониторинг, анализ, регулирование и обратная связь. Применение модели дает возможность регуливающим и надзорным органам, а также органам власти обеспечивать исполнение требований законодательства разных уровней, согласование и экспертизу документов, учет национальных, страновых, социокультурных, географических, политических, экологических и других факторов (зависит от масштаба проекта). Главными элементами МИВП являются экспертные решения, разрешения, согласования, налоги, санкции, продолжительности операций, события, зависимости, временные и ресурсные ограничения.

Доходная модель (ДМ)

ДМ предназначена для оперативного и среднесрочного управления работами и проектной деятельностью исполнителями коммерческой службы, отвечающей за реализацию проектного продукта. На ее основе составляются оперативные графики выполнения работ, событий, других видов деятельности, также осуществляется оперативный учет, отчетность, контроль, мониторинг, анализ, регулирование, прогнозирование и обратная связь. Главными элементами ДМ являются вехи, работы по маркетингу и продажам, зависимости, обратный расчет, договора, финансовые параметры, работа с рекламациями.

2. Функции, реализуемые стейкхолдерами

Все функции системы управления сложным проектом сгруппированы по стадиям разработки проекта:

- Инициация проекта;
- Планирование проекта;
- Организация и контроль выполнения проекта;
- Анализ и регулирование выполнения проекта.

На каждой стадии выделены укрупненные функции (*трудовые*), которые в свою очередь подразделяются на детальные (*действия*). Далее в табл. 1–4 в графе 1 приведены трудовые функции, в графе 2 – входящие в их состав детальные функции, включенные в интегрированную информационно-аналитическую систему управления проектами, и в графе 3 – название стейкхолдера, реализующего данную функцию.

Таблица 1

Детальные функции, реализованные в интегрированной системе математических моделей на стадии Инициации проекта

Трудовая функция	Детальные функции, включаемые в ИСУПр	Стейкхолдер
Разработка концепции управления предметной областью проекта	Анализ альтернатив для решения проблемы и выбора варианта проекта	Инвестор, Заказчик
Разработка концепции управления проектом по временным параметрам	Разработка укрупненного календарного плана осуществления проекта	Руководитель и команда проекта
Разработка концепции управления проектом по стоимостным параметрам	Разработка укрупненного графика финансирования	Инвестор
Разработка концепции управления качеством в проекте	Разработка стратегии управления качеством	Заказчик
Разработка концепции управления рисками проекта	Анализ альтернатив осуществления проекта с учетом рисков	Заказчик
Разработка концепции управления человеческими ресурсами в проекте	Определение потребности в трудовых ресурсах проекта	Руководитель и команда проекта
Разработка концепции управления закупками и контрактами в проекте	Построение дерева ресурсов на основе схемы декомпозиции работ проекта. Разработка стратегии управления контрактами (учет стратегии компании, определение критериев выбора, анализ альтернатив)	Руководитель и команда проекта Генпоставщик

Управление в социально-экономических системах

Таблица 2

Детальные функции, реализованные в интегрированной системе математических моделей на стадии Планирования проекта

Трудовая функция	Детальные функции, включаемые в ИСУПр	Стейкхолдер
Планирование предметной области проекта	Разработка плана управления предметной области проекта	Руководитель и команда проекта
Планирование проекта по стоимостным параметрам	Планирование ресурсов и определение их количества, необходимого для успешного выполнения проекта. Разработка плана финансирования	Руководитель и команда проекта Инвестор
Планирование проекта по временным параметрам	Определение последовательности выполнения работ, которая отображается организационно-технологической (сетевой) моделью (или сетевым графиком). Определение расписаний (календарного графика) работ проекта методом критического пути. Определение и анализ графиков проекта в ресурсах. Оптимизация расписаний работ проекта по временным и ресурсным критериям	Руководитель и команда проекта Руководитель и команда проекта Руководитель и команда проекта
Планирование управления качеством в проекте	Разработка плана управления качеством	Заказчик
Планирование мер реагирования на рискованные события	Предотвращение или снижение ущерба от рискованных событий	Заказчик
Планирование работ по подготовке и исполнению контрактов	Определение перечня контрактов в проекте. Формирование графика поставок	Генпоставщик Генпоставщик
Прогнозирование и планирование изменений	Прогнозирование изменений	Заказчик

Таблица 3

Детальные функции, реализованные в интегрированной системе математических моделей на стадии Организации и контроля выполнения проекта

Трудовая функция	Детальные функции, включаемые в ИСУПр	Стейкхолдер
Организация и выполнение проекта	Ведение баз данных о состоянии предметной области проекта	Руководитель и команда проекта
Организация и контроль выполнения проекта по временным параметрам	Ведение баз данных и архива версий расписаний проекта	Руководитель и команда проекта
Организация и контроль выполнения проекта по стоимостным параметрам	Введение в действие системы управления стоимостью и финансированием в проекте	Руководитель и команда проекта, Инвестор
Организация управления и контроль качества в проекте	Сбор фактической информации о качестве в проекте	Заказчик
Организация и контроль мер реагирования на рискованные события	Организация управления рисками (применение системы управления рисками в проекте, распределение ответственности при управлении рисками)	Заказчик
Организация подготовки и контроль выполнения контрактов.	Подготовка и проведение конкурса	Генпоставщик
Организация и контроль изменений в проекте	Принятие решений и внесение изменений в проект	Руководитель и команда проекта

Таблица 4
 Детальные функции, реализованные в интегрированной системе математических моделей на стадии Анализа и регулирования выполнения проекта

Трудовая функция	Детальные функции, включаемые в ИСУПр	Стейкхолдер
Анализ и регулирование предметной области проекта	Принятие решений о регулирующих воздействиях и внесение изменений в предметную область проекта	Руководитель и команда проекта
Анализ и регулирование проекта по временным параметрам	Корректировка расписания работ проекта с учетом внесенных изменений	Руководитель и команда проекта
Анализ состояния и регулирование проекта по стоимостным параметрам	Прогнозирование состояния выполнения работ проекта по стоимости	Руководитель и команда проекта, Инвестор
Анализ состояния и регулирование обеспечения качества в проекте	Анализ состояния и прогресса качества в проекте на протяжении его жизненного цикла	Заказчик, Руководитель и команда проекта
Анализ состояния и регулирование мер по снижению рисков	Анализ состояния управления рисками в проекте	Заказчик, Руководитель и команда проекта
Анализ и регулирование исполнения контрактов	Анализ состояния и прогноз ситуации	Генпоставщик
Анализ и регулирование изменений	Прогнозирование хода выполнения работ проекта, с учетом рекомендуемых корректив. Корректировка планов работ проекта с учетом внесенных изменений	Руководитель и команда проекта Руководитель и команда проекта

3. Математическая модель

Общая математическая модель интегрированной информационно-аналитической системы управления проектами выглядит следующим образом:

$$Q_i(\text{ДСМ}) = G_i \quad (i = 1, 2, \dots, 6), \tag{1}$$

где Q_i – операторы агрегирования детальной сетевой модели,

$$G_i = (\text{ИФМ} \vee \text{ПСМ} \vee \text{УСМ} \vee \text{ОЛМ} \vee \text{МИВП} \vee \text{ДМ}); \tag{2}$$

$$R_i(G_i),$$

где R_i – операторы формирования плана, оптимального по критериям i -го стейкхолдера, в соответствии с присущим ему комплексом математических моделей,

$$Q_i^{-1}[R_i(G_i)] = \text{ДСМ}', \tag{3}$$

где Q_i^{-1} – операторы, обратные агрегированию сетевой модели для i -го стейкхолдера, заключаются в корректировке детальной сетевой модели, путем задания ограничений на отдельные работы, комплексы работ, вехи в детальной сетевой модели.

Принятие решений в интегрированной информационно-аналитической системе управления проектами определяется последовательностью выполнения преобразований (1)–(3), учитывающей приоритетность стейкхолдеров в конкретном проекте.

Часто одна и та же компания может выступать в двух и более ролях стейкхолдеров. Иногда все роли могут быть сосредоточены «в одной руке», иногда – «несколько, но не все». Число возможных комбинаций может быть довольно большим.

Действительно, если n – число стейкхолдеров, то C_n^k – число различных комбинаций из n по k , причем на каждую комбинацию из k остальные $n - k$ стейкхолдеров могут образовывать свои различные комбинации. Итого получаем

$$\sum_{k=0}^n C_n^k \sum_{i=0}^{n-k} C_{n-k}^i = \sum_{k=0}^n C_n^k \cdot 2^{n-k} = (1 + 2)^n = 3^n. \tag{4}$$

При 5 стейкхолдерах получаем $3^5 = 243$ вариантов различных сочетаний.

Таким образом, должна быть обеспечена возможность для автоматизированного сочетания отдельных моделей управления и создания комбинированных моделей. Разработка подобной методики является перспективной задачей и будет отображена в дальнейших публикациях.

На практике наиболее распространенной схемой является представленная на рис. 3.



Рис. 3. Схема взаимодействия стейкхолдеров

В статье рассмотрены проблемы создания информационно-аналитической системы управления сложными проектами на основе комплекса математических моделей функционирования различных стейкхолдеров, описана информационно-логическая схема их взаимодействия, процедуры агрегирования сетевых моделей, алгоритм интеграции, в котором использованы разработанные авторами математические модели. Данный подход является основой для создания интегрированной информационно-аналитической системы управления проектами, учитывающей сложные реалии современного мира и обеспечивающей целостность и полноту выполняемых функций.

Литература

1. Логиновский, О.В. Циклическая стохастическая сетевая модель как универсальное средство моделирования задач планирования и управления проектами в социальных и экономических системах / О.В. Логиновский, Я.Д. Гельруд, И.В. Емельянова // Сборник докладов международного научно-практического семинара «Вопросы информатизации и управления органов государственной власти и местного самоуправления». – Челябинск, 2000. – С. 86–120.

2. Воропаев, В.И. Математические модели проектного управления для заинтересованных сторон / В.И. Воропаев, Я.Д. Гельруд // Управление проектами и программы. – 2012. – № 4. – С. 258–269.

Логиновский Олег Витальевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; loginovskiyo@mail.ru.

Гельруд Яков Давидович, канд. техн. наук, доцент кафедры предпринимательства и менеджмента, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; gelrud@mail.ru.

Поступила в редакцию 22 июня 2015 г.

DOI: 10.14529/ctcr150316

THE INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM OF PROJECT MANAGEMENT BASED ON THE USE OF COMPLEX MATHEMATICAL MODELS OF THE FUNCTIONING OF THE STAKEHOLDERS

O.V. Loginovskiy, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, loginovskiyo@mail.ru, Ya.D. Gelrud, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, gelrud@mail.ru

The article describes a methodology for the creation of information-analytical system of managing complex projects based on complex mathematical models of functioning of the various interested parties (stakeholders), taking into account their goals, objectives, functions, and other features.

The methodology is based on the modern universal network model, providing the ability to describe complex project taking into account its stochastic structure of the probabilistic nature of the

parameters. This explains how to enable the development of each stakeholder a network model appropriate degree of the aggregation. The mathematical models of the system, its structure and functions are defined. This approach is the basis for creation of the computer-integrated information-analytical control system by the projects, taking into account difficult realities of the modern world and providing integrity and plenitude of the executable functions.

Keywords: stakeholder, mathematical models of project management, project management competence.

References

1. Loginovskiy O.V., Gelrud Ya.D., Emelyanova I.V. [A Cyclic Stochastic Network Model as a Universal Means of Simulation for Planning and Project Management in the Social and Economic Systems]. *The Reports of International Scientific and Practical Seminar: Issues of Information and Control of the Public Authorities and Local Governments*, Chelyabinsk, 2000, pp. 86–120. (in Russ.)
2. V.I. Voropaev, Ya.D. Gelrud [Mathematical Models of Project Management for Interested Parties]. *Management of projects and programmes*, 2012, no. 4, pp. 258–269. (in Russ.)

Received 22 June 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Логиновский, О.В. Информационно-аналитическая система управления проектами на базе использования комплекса математических моделей функционирования стейкхолдеров / О.В. Логиновский, Я.Д. Гельруд // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2015. – Т. 15, № 3. – С. 133–141. DOI: 10.14529/ctcr150316

FOR CITATION

Loginovskiy O.V., Gelrud Ya.D. The Information-Analytical System of Project Management Based on the Use of Complex Mathematical Models of the Functioning of the Stakeholders. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2015, vol. 15, no. 3, pp. 133–141. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr150316