

УДК 005.8:005.41

Егорченкова Наталья Юрьевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры управления проектами, orcid.org/0000-0001-5970-0958
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

***Аннотация.** В настоящее время основной тенденцией в развитии информационных технологий управления проектами является полный переход «в облако». Следующее поколение информационных систем должно содержать интеллектуальную составляющую. На отечественных предприятиях на протяжении нескольких лет успешно функционирует представленная автором информационная система управления проектами PRP-system. Данная система содержит вышеупомянутую интеллектуальную составляющую – имитационный модуль. Зная технологию изготовления и количество имеющихся в наличии ресурсов, компьютер перебирает различные варианты распределения ресурсов по работам. При этом имитационный модуль старается максимально равномерно загрузить ресурсы, чтобы у них не было простоев в работе. При использовании имитационного модуля осуществляется поиск наилучших решений с учетом функционирования всего предприятия, что достигается путем повышения информированности всех управленческих служб. Реализация имитационного модуля позволяет говорить о создании нового класса систем управления проектами и предприятиями. Такие системы одновременно решают задачи информационного обеспечения функциональных и проектно-ориентированных служб управления операционной и проектной деятельностью предприятия, что интегрирует их усилия на достижение как стратегических, так и тактических целей предприятия.*

***Ключевые слова:** информационная система управления проектами; имитационное моделирование; метод Монте-Карло; производственная деятельность; проектная деятельность*

Постановка проблемы

Реалии сегодняшней ситуации в Украине и мире в целом диктуют компаниям определенные векторы деятельности, которые связаны как с выживанием, так и с развитием. Поэтому жизнеспособность и успешность компании зависит от того, насколько быстро и качественно она готова удовлетворять потребности потребителей и противостоять конкурентам. Эти факторы являются одной из причин, почему на сегодняшний день множество отечественных предприятий держат курс на проектное управление. Это оправданная стратегия, подтвержденная многолетним опытом западных коллег. Преимущества, которые дает проектный подход, неоспоримы: дисциплина, порядок, прозрачность и, как результат, качественный продукт/услуга без потерь во времени и финансах. Вторая причина – следование современным тенденциям для поддержания конкурентоспособности и, как результат, переход от функционального к проектному управлению в компании. Но, несмотря на положительный опыт

западных компаний, простоту и доступность методологии управления проектами, эффективность использования лишь части проектных принципов, многие современные отечественные компании не получают ожидаемый результат и возвращаются к «старым» методам управления. Руководители знают, что управление проектами должно приносить доходы. Но как именно связать управление проектами с доходами до конца понимают далеко не все.

Мировое сообщество предложило решение, которое заключалось в применении специальных компьютерных информационных технологий, которые прошли путь от локальных программ управления одним проектом до сложных, комплексных систем управления портфелями проектов. На сегодня основной тенденцией в развитии информационных технологий управления проектами является полный переход «в облако». Следующее поколение информационных систем должно содержать интеллектуальную составляющую, которая, если и не заменит, то, по крайней мере, поможет участникам проекта на этапе планирования.

На отечественных предприятиях на протяжении нескольких лет успешно функционирует представленная автором информационная система управления проектами – PRP-system [1-3]. Данная система содержит вышеупомянутую интеллектуальную составляющую – имитационный модуль.

Анализ основных исследований и публикаций

Сегодня для решения поставленной задачи применяются следующие методы:

- натурные или физические испытания (исследования);
- аналитическое моделирование;
- имитационное моделирование;
- комбинированные методы моделирования.

Натурное (физическое) моделирование. В этом методе измерение характеристик осуществляется в исследуемых системах в реальном времени (проведение экспериментов). Необходимые данные исследователь получает, ведя наблюдение за процессами в реальной системе. Но, так как проект является уникальным, то такое моделирование будет являться воспроизведением данного проекта. Поэтому данный класс методов в рассматриваемом случае неприменим.

Аналитическое моделирование – модель представляется совокупностью аналитических выражений, которые отражают явные функциональные зависимости между параметрами реальной системы в процессе ее работы: линейные и нелинейные уравнения, дифференциальные и интегральные уравнения, вероятностные зависимости.

Аналитические модели применяются для относительно простых систем, для исследования характеристик которых не требуется высокая точность. Поэтому аналитическая модель – это грубое приближение к действительности.

Дискретно-событийное моделирование – подход к моделированию, предлагающий абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривать только основные события моделируемой системы, такие как: «ожидание», «обработка заказа», «движение с грузом», «разгрузка» и другие.

Дискретно-событийное моделирование наиболее развито и имеет огромную сферу приложений – от логистики и систем массового обслуживания до транспортных и производственных систем.

Имитационное моделирование – это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью

описывающей реальную систему, и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией [4-9].

Для создания интеллектуальной системы управления проектами предлагается использовать методы имитационного моделирования. Идея этого метода заключается в построении модели, описывающей процесс, не прибегая к реализации его в действительности. С такой моделью можно работать как для одного из возможных реализаций сценария процесса, так и для заданного их множества.

Цель статьи

Целью статьи является описание имитационного модуля PRP – system.

Основной материал исследования

Для построения имитационного модуля PRP-system был использован один из наиболее популярных методов имитационного моделирования – метод Монте-Карло [16], являющиеся численным методом, за основу в котором берется большое количество случайных реализаций модели процесса, соответствующей определенным критериям.

При использовании метода Монте-Карло формируются последовательные сценарии с использованием исходных данных, которыми являются такие параметры, как проект, работа, продукт, трудовые ресурсы, затраты, которые по смыслу проекта являются неопределенными, и потому в процессе анализа рассматриваются как случайные величины. Программа начинает работу с выбора случайного значения каждого из данных переменных параметров проекта, причем процесс имитации осуществляется таким образом, чтобы случайный выбор значений из определенных вероятностных распределений не нарушал существования известных или предполагаемых отношений корреляции среди переменных. Затем для данного сценария находится значение показателя, которое записывается в память компьютера. Далее случайным образом выбирается другой набор случайных переменных и вычисляется итоговый показатель для второго сценария. Этот процесс повторяется заданное количество раз. Результаты всех имитационных экспериментов объединяются в выборку и анализируются с помощью статистических методов с целью получения закона распределения вероятностей показателя. В отдельных случаях ограничиваются моментами, характеризующими статистические параметры объекта [10].

Наиболее важным этапом имитационного моделирования по методу Монте-Карло является сам этап генерирования множества случайных сценариев модели процесса с учетом выбранных допущений.

В PRP-system выполняются имитация деятельности предприятия через представление данных по этой деятельности в форме сетевых моделей проектов, моделей производственных процессов и моделей операционных процессов. В процессе имитации определяется оптимальная загрузка ресурсов. В результате будет предложен рациональный план использования ресурсов на предприятии.

Разрабатываемый план предприятия должен быть оптимальным или, по крайней мере, рациональным с позиций:

- сроков выполнения всех проектов;
- загрузки трудовых ресурсов [11-15].

1. Логика модуля

В основе логики работы модуля моделирования лежат следующие принципы. В модуле планирования задается технология изготовления продукта проекта. При этом многие работы не зависят друг от друга технологически и могут выполняться параллельно в условиях неограниченных ресурсов. В реальности же в проектах ресурсы всегда ограничены и все работы уже не могут параллельно выполняться. Появляется необходимость определенным образом запланировать последовательное выполнение таких работ. Следует отметить, что в больших проектах, особенно связанных с производством

технологически сложных продуктов, например, самолетов, количество таких работ может достигать нескольких тысяч. Дополнительную сложность добавляет то, что работу может последовательно выполнять несколько ресурсов. И зачастую следующий ресурс не может приступить к работе, пока не закончит предыдущий. Так, для изготовления нервюры сначала из листа металла вырезается заготовка, затем в ней сверлятся отверстия, затем она проходит операцию анодирования. Все эти работы должны выполняться последовательно. В таких условиях и необходим интеллектуальный имитационный модуль.

Зная технологию изготовления и количество имеющихся в наличии ресурсов, программа начинает пробовать различные варианты распределения ресурсов по работам. При этом имитационный модуль старается максимально равномерно загрузить ресурсы, чтобы у них не было простоев в работе.

В компьютерном моделировании есть возможность учесть множество параметров. Например, технологическую неразрывность некоторых операций, возможность незначительной переработки ресурсов для завершения таких операций, приоритет работ и т.д. Таким образом, с помощью имитационного модуля составляется оптимальный план, выполнение которого повышает продуктивность проекта в разы.

2. Процессы имитационного модуля

Схематически работа имитационного модуля изображена на рис. 1.

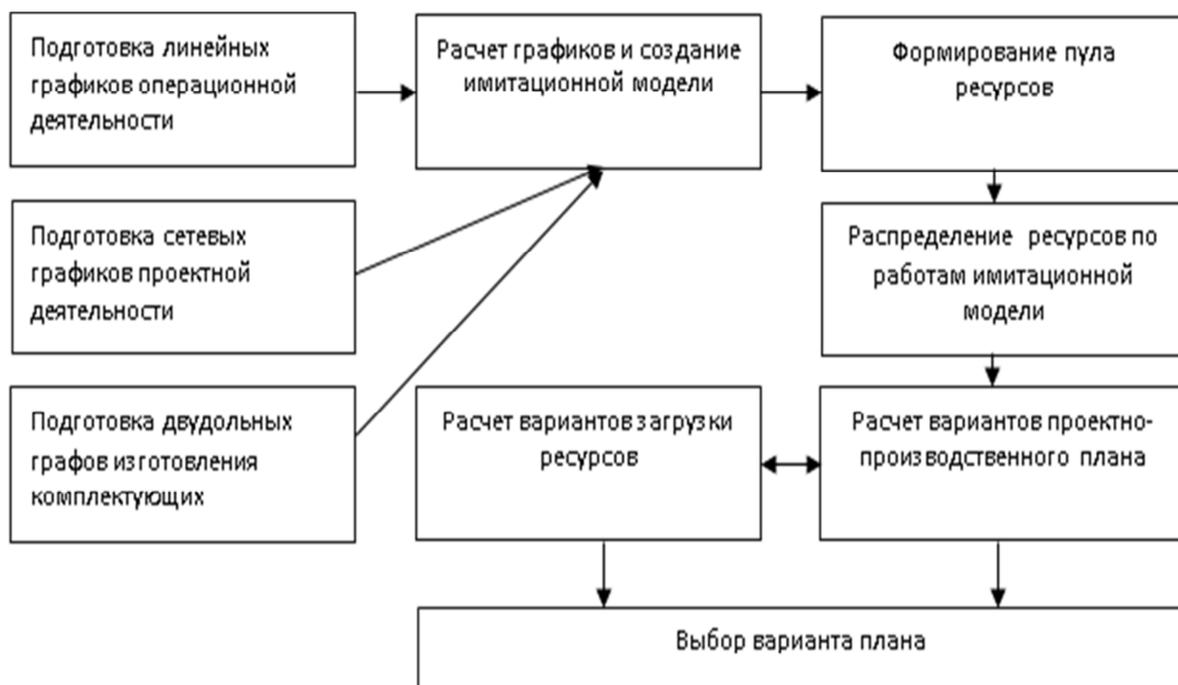


Рисунок 1 – Схема процессов имитационного моделирования

При использовании имитационного модуля осуществляется поиск наилучших решений с учетом функционирования всего предприятия, что достигается путем повышения информированности всех управленческих служб.

3. Алгоритм работы имитационного модуля

Алгоритм работы имитационного модуля предполагает многократный просчет плана предприятия с его оценкой, накоплением статистики по принятым решениям в ситуациях, характеризующихся альтернативными путями продолжения работ и выбором плана, наиболее полно отвечающему критерию оптимизации – время, при ограничении – загрузка ресурсов. Основные этапы:

Формирование информационного базиса. В него входит описание портфеля проектов, описание операционных заданий и набор исходных данных. Они несут информацию о необходимых материально-технических ресурсах, комплектующих, изделиях, технологических процессах, трудовых ресурсах, которые есть на предприятии, приоритетах проектов. Информационный базис практически ничем не отличается от традиционного, используемого в других системах управления проектами. Схема алгоритма имитационного модуля PRP-system представлена на рис. 2.

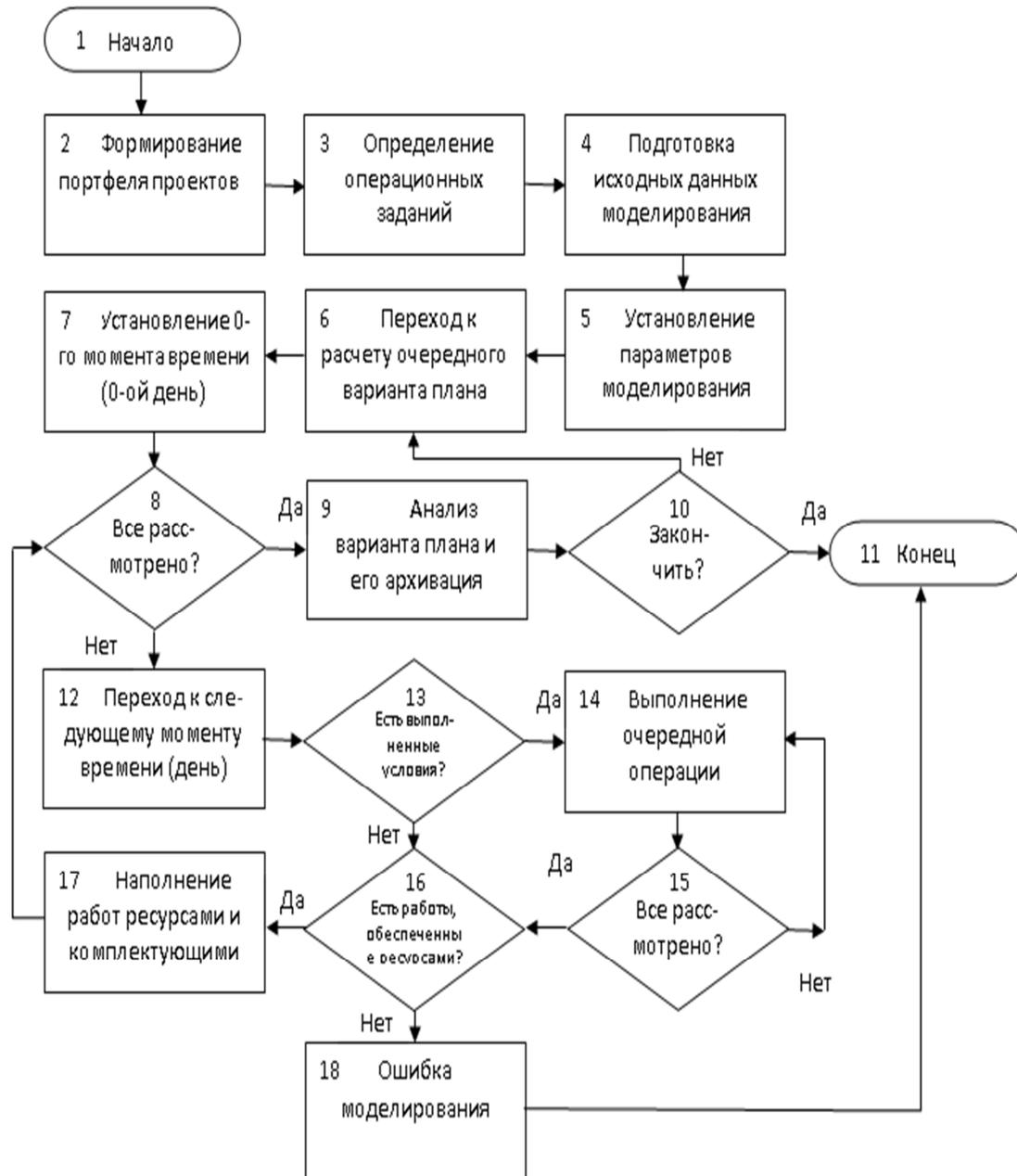


Рисунок 2 – Схема алгоритма имитационного модуля PRP-system

Установление параметров моделирования.

Параметры моделирования устанавливаются пользователем исходя из его видения наиболее быстрых путей достижения нужного результата.

Определение горизонта моделирования.

Горизонт моделирования может задаваться количеством рассчитываемых моделей (вариантов плана) или временем моделирования. В этом случае при истечении заданного времени прекращается расчет новых вариантов плана.

Устанавливается время, с которого будет выполняться расчет вариантов плана. Обычно это начало следующего года (1 января). Но план может разрабатываться и на ближайший период (с завтрашнего дня).

Если есть выполняемые работы, проводится проверка, не заканчиваются ли они в данный момент времени. Если есть заканчиваемые работы – пополнение склада продуктами этих работ. Для незаконченных работ выполняется проверка завершенности операций. Если операции с номером N завершены, то переход к операции N+1.

Отбираются невыполняемые работы, которые имеют плановое время старта не меньше зафиксированного, и для которых есть необходимые ресурсы и комплектующие на складе. Если есть – переход к п. 7. Если таких работ нет, проверяется, есть ли еще невыполненные работы. Если таких работ нет – завершение расчета текущего варианта плана. Его оценка, сравнение с предыдущими вариантами согласно заданным критериям оптимизации, отбор если он входит в 10 лучших и архивация. Переход к расчету следующей модели (п. 3). Если такие работы есть, то проверяется, есть ли среди них такие, плановое время старта которых больше текущего. Если нет – ошибка в исходных данных и завершение моделирования. Если есть –

переход к следующему моменту времени (следующий день). Повтор проверки.

Из отобранных в п.б работ для старта выбирается та, которая соответствует процедуре моделирования, заданной в параметрах моделирования. Математическая модель и способ отбора приведен в подразделе 3.4. На данную работу распределяются имеющиеся ресурсы и начинается выполняться первая из операций. Остальные работы переводятся в невыполняемые.

Отбираются невыполняемые работы, которые имеют плановое время старта не меньше зафиксированного и для которых есть необходимые ресурсы и комплектующие на складе. Если есть – переход к п. 7. Переход к следующему моменту времени (следующий день). Переход к п. б.

Выводы и перспективы для дальнейших исследований

Реализация имитационного модуля позволяет говорить о создании нового класса систем управления проектами и предприятиями. Такие системы, одновременно решают задачи информационного обеспечения функциональных и проектно-ориентированных служб управления операционной и проектной деятельностью предприятия, что, по сути, интегрирует их усилия на достижение как стратегических, так и тактических целей предприятия. И самое главное, такая интеграция позволяет эффективно управлять загрузкой ресурсов – управленческих и производственных подразделений предприятия. Поэтому это направление требует дальнейших исследований и разработок, так как, на данный момент ученым предоставлены неограниченные возможности для развития инструментов проектного менеджмента.

Список литературы

1. Тесля Ю.Н. *Продуктовые системы планирования проектов [Текст]* / Ю.Н. Тесля, А.В. Егорченков, Н.Ю. Егорченкова, Д.С. Катаев // *Зб. наук. праць «Управління проектами та розвиток виробництва»*. – Луганськ– 2012. – № 1(41) – С. 13–19.
2. Тесля Ю.Н. *Система управления проектами авиастроительного предприятия [Текст]* / Ю.Н. Тесля, А.В. Егорченков, Д.С. Катаев, Н.А. Черная // *Зб. наук. праць «Управління розвитком складних систем»*. – К.: – 2012. – №8. – с. 55–60.
3. Тесля Ю.М. *Project Resources Planning (PRP) – новый класс ERP систем в матричных информационных технологиях управления Предприятиями & Проектами [Текст]* / Ю.М. Тесля // *3 міжнародна науково-практична конференція «Управління проектами у розвитку суспільства», 2007 р.* – С. 22–23.
4. Хайдаров К.А. *Основы компьютерного моделирования [Текст]* / К.А. Хайдаров // *Курс лекцій, Deutsch-Kassachische Universität, 2010.*
5. Аристов А. О. *Теория квазиклеточных сетей: научная монография [Текст]* / А.О. Аристов. – М: МИСиС, 2014. – 188 с.
6. Самарский А.А. *Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. [Текст]* / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Наука, 1997. – 320 с.
7. Глинский Б. А. *Моделирование как метод научного исследования [Текст]* / Б.А. Глинский. – М., 1965.

8. Хемди А. Таха. Глава 18. Имитационное моделирование [Текст]/Хемди А. Таха. – М.: «Вильямс», 2007. – С. 697-737
9. Строгалев В. П. Имитационное моделирование [Текст]/ В.П. Строгалев, И.О. Толкачева // – МГТУ им. Баумана, 2008. – С. 697-737.
10. Сайт «Имитационное моделирование (метод Монте-Карло)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy-ru.com/investirovanie-biznes/imitatsionnoe-modelirovanie-metod-monte.html>.
11. Балашов В.Г. Механизмы управления организационными проектами [Текст] / В.Г. Балашов, А.Ю. Заложнев, А.А. Иващенко, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 84 с.
12. Бурков В.Н. Как управлять организациями [Текст] / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтез, 2004. – 400 с.
13. Бурков В.Н. Как управлять проектами [Текст] / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтез, 1997. – 188 с.
14. Воронин А.А. Оптимальные иерархические структуры [Текст] / А.А. Воронин, С.П. Мишин. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 210 с.
15. Губко М.В. Управление организационными системами с коалиционным взаимодействием участников [Текст]/ М.В. Губко. – М.: ИПУ РАН, 2003. –140 с.
16. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс [Текст] / С.М. Ермаков. – СПб.: Невский Диалект.

Статья поступила в редколлегию 17.03.16

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.А. Белошицкий, Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, Киев.

Сторченкова Наталія Юрївна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри управління проектами, orcid.org/0000-0001-5970-0958
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЕКТНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. На сьогодні основною тенденцією в розвитку інформаційних технологій управління проектами є повний перехід «в хмару». Наступне покоління інформаційних систем повинно містити інтелектуальну складову. На вітчизняних підприємствах протягом декількох років успішно функціонує представлена автором інформаційна система управління проектами – PRP-system. Ця система містить вищезазначену інтелектуальну складову – імітаційний модуль. Знаючи технологію виготовлення і кількість наявних ресурсів, комп'ютер починає перебирати різні варіанти розподілу ресурсів по роботах. При цьому імітаційний модуль намагається максимально рівномірно завантажити ресурси, щоб у них не було простоїв в роботі. При використанні імітаційного модуля здійснюється пошук найкращих рішень з урахуванням функціонування всього підприємства, що досягається шляхом підвищення інформованості всіх управлінських служб. Реалізація імітаційного модуля дозволяє говорити про створення нового класу систем управління проектами та підприємствами. Такі системи одночасно вирішують завдання інформаційного забезпечення функціональних і проектно-орієнтованих служб управління операційною та проектною діяльністю підприємства, що інтегрує їх зусилля на досягнення як стратегічних, так і тактичних цілей підприємства.

Ключові слова: інформаційна система управління проектами; імітаційне моделювання; метод Монте-Карло; виробнича діяльність; проектна діяльність

Yehorchenkova Nataliia

PhD, associate professor of the department of project management, orcid.org/0000-0001-5970-0958
Kyiv National University Construction and Architecture, Kyiv

SIMULATION MODELING IN THE PROJECT ACTIVITY OF THE COMPANY

Abstract. At present, the main trend in the development of information technology project management is a complete shift "in the cloud". The next generation of information systems must contain intellectual component. For domestic enterprises, for several years, successfully functions provided by the author of Project Management Information System – PRP-system. This system includes the aforementioned intellectual component – simulation module. Knowing the manufacturer and the number of resources available technology, the computer starts to try various options for the allocation of resources for the work. In this simulation module tries to load the resources evenly so they had no downtime. When using the simulation module searches for the best solutions, taking into account the functioning of the enterprise, which is achieved by increasing the awareness of all administrative services. Implementation of a simulation module allows to speak about the creation of a new class of project management systems and enterprises. Such systems are, at the same time solve the problem of information support of functional and design-oriented management services, operational and project activities of the enterprise, that is, in fact, integrate their efforts to achieve both strategic and tactical objectives of the enterprise.

Keywords: information system of project management; simulation modeling; method of Monte-Carlo; production activity; project activity

References

1. Teslia, Y.N. (2012). *Product systems project planning*/ Y.N. Teslia, A.V. Iegorchenkov, N.Y. Yehorchenkova // *Project management and development of production*. Lugansk, Ukraine: 1, 13-19.
2. Teslia, Y.N. (2012). *Project Management system of aircraft building company* / Y.N. Teslia, A.V. Iegorchenkov, D.S. Kataiev, N.A. Chorna // *Management of development of complex systems*. Kyiv, Ukraine: 8, 55-60.
3. Teslia, Y.M. *Project Resources Planning (PRP) – novyi klas ERP system v matrychnykh informatsiinykh tekhnolohiiakh upravlinnia pidpriemstvamy & proektamy* [Project Resources Planning (PRP) – a new class of ERP systems in matrix information technology & management enterprises Project]. *Proceedings from UPRS'07: 3 Mizhnarodna naukovo-praktichna konferentsiia «Upravlinnia proektami u rozvitku spilstva» – The International Scientific and Practokal Conference “Project management in social development”*. Kyiv: KNUCA [in Ukrainian]
4. Khaidarov, K.A. (2010). *Fundamentals of computer modeling: Deutsch-Kassachische Universität*
5. Aristov, A.O. (2014). *The theory of quasi cellular networks*. Moskow, Russia: MISiS.
6. Samarsky, A.A. & Mykhailov, A.P (1997). *Math modeling. Ideas. Methods. Examples*. Moskow, Russia: Science.
7. Hlynskyi, V.A. (1965). *Simulation as a method of scientific research*/ Moskow, Russia.
8. Khemdy, A. Takha (2007). *Chapter 18. Simulation modeling*. Moskow, Russia: Williams.
9. Strohalev, V.P. & Tolkacheva, Y.O. (2008). *Simulation modeling*. Moskow, Russia: MSTU. Bauman.
10. *Simulation modeling (Monte Carlo method)*. <http://economy-ru.com> Retrieved from <http://economy-ru.com/investirovanie-biznes/imitatsionnoe-modelirovanie-metod-monte.html> [in Russian].
11. Balashov, V.H. Zalozhnev, A.Y., Ivashchenko, A.A. & Novikov, D.A. *The mechanisms of organizational project management* (2003). Moskow, Russia: ISP RAS, 84.
12. Burkov, V.N. & Novikov, D.A. (2004). *How to manage organizations*. Moskow, Russia: Sinteg, 400.
13. Burkov, V.N. & Novikov, D.A. (1997). *How to manage projects*. Moskow, Russia: Sinteg, 188.
14. Voronin, A.A. & Mishin, S.P. (2003). *Optimal hierarchical structure*. Moskow, Russia: ISP RAS, 210.
15. Gubko, M.V. (2003). *Organizational systems management interaction with the coalition parties*. Moskow, Russia: ISP RAS, 140.
16. Ermakov, S.M. *The Monte Carlo method in computational mathematics: Introductory course*. Saint Petersburg, Russia: Nevsky Dialect, 312.

Ссылка на публикацию

- APA Yehorchenkova, N.Y. (2016). *Simulation modeling in the project activity of the company* (2016). *Management of Development of Complex Systems*, 26, 67 – 73.
- ГОСТ Егорченкова Н.Ю. *Имитационное моделирование в проектной деятельности предприятия* [Текст] / Н.Ю. Егорченкова // *Управление развитием сложных систем*. – 2016. – №26 – С. 67 – 73.