

УДК 519.25+004.9
DOI: 10.15827/0236-235X.345.455-460

Дата подачи статьи: 23.04.18
2018. Т. 31. № 3. С. 455–460

Модели сопровождения информационных систем предприятия по этапам жизненного цикла

Ю.М. Лисецкий¹, д.т.н., генеральный директор, Yurii.Lisetskyi@snt.ua

¹ ДП «ЭС ЭНД ТИ УКРАИНА», г. Киев, 03680, Украина

В статье рассмотрено предприятие как сложная организационная система, для эффективного функционирования которой необходима современная информационная система управления, позволяющая осуществлять сбор, хранение и обработку информации для повышения степени обоснованности и своевременности принимаемых решений. Решение этой задачи возможно на основе комплексной автоматизации управления всеми производственными и технологическими процессами предприятия, а также необходимыми ресурсами.

Показано, что формирование описания информационной системы предприятия осуществляется с помощью модели жизненного цикла, которая определяет порядок выполнения этапов разработки, а также критерии перехода от этапа к этапу. Под моделью жизненного цикла информационной системы понимается структура, определяющая последовательность выполнения и взаимосвязь процессов, действий и задач в течение жизненного цикла. Структура жизненного цикла информационной системы базируется на трех группах процессов: основных (приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение), вспомогательных (документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка, аудит, решение проблем) и организационных (создание инфраструктуры проекта, управление проектом, определение, оценка и улучшение самого жизненного цикла, обучение).

Приведены наиболее распространенные модели жизненного цикла: каскадная (водопадная), модель итеративной и инкрементальной разработки (позапная модель с промежуточным контролем) и спиральная. Показано, что в процессе исследований и проектирования информационная система предприятия выступает пассивной категорией, процесс функционирования которой может быть описан моделями сопровождения по этапам жизненного цикла: моделью строения, моделью функционирования и моделью развития. Разработка этой тройки моделей является также дополнительным информационным фактором, позволяющим осуществлять структуризацию процесса создания и функционирования информационной системы предприятия.

Ключевые слова: предприятие, сложная организационная система, информационная система, структура, жизненный цикл, модель.

Современные предприятия – это сложные организационные системы с постоянно изменяющимися структурными составляющими, которые находятся в непрерывном взаимодействии друг с другом. Для эффективного функционирования предприятий в современных условиях необходима соответствующая система управления, позволяющая осуществлять сбор, хранение и обработку информации и за счет этого повышать степень обоснованности и своевременность принимаемых решений [1].

Решение этой задачи возможно на основе комплексной автоматизации управления всеми производственными и технологическими процессами предприятия, а также необходимыми ресурсами [2]. Именно для этого на предприятиях внедряют информационные системы [3].

Информационной системой называют систему обработки информации и соответствующие организационные ресурсы: человеческие, технические, финансовые и другие, которые обеспечивают и распространяют информацию [4]. Ее неотъемлемыми компонентами являются данные, техническое, программное, информационное, лингвистическое и организационное обеспечение.

Для формирования описания информационных систем предприятия, как правило, используются модели жизненного цикла в соответствии с международными стандартами.

Модели жизненного цикла информационных систем предприятия

Под моделью жизненного цикла информационной системы понимается структура, которая определяет последовательность выполнения и взаимосвязь процессов, действий и задач в течение жизненного цикла. Структура жизненного цикла информационной системы базируется на трех группах процессов:

- основные (приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение);
- вспомогательные, обеспечивающие выполнение основных процессов (документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка, аудит, решение проблем);
- организационные (создание инфраструктуры проекта, управление проектом, определение, оценка и улучшение самого жизненного цикла, обучение).

Разработка включает все работы по созданию информационной системы и ее компонент согласно заданным требованиям, в том числе оформление проектной и эксплуатационной документации, подготовку материалов, необходимых для проверки трудоспособности и соответствующего качества программных продуктов, материалов для организации обучения персонала и т.п. в соответ-

ствии с РД 50-34.698-90. Разработка информационной системы предусматривает, как правило, анализ, проектирование и реализацию.

Эксплуатация подразумевает цикл работ по внедрению компонентов жизненного цикла информационной системы в эксплуатацию, в том числе конфигурирование БД и рабочих мест пользователей, обеспечение эксплуатационной документацией, обучение персонала, эксплуатацию, локализацию проблем и устранение причин их возникновения, модификацию жизненного цикла информационной системы в рамках установленного регламента, подготовку предложений относительно усовершенствования, развития и модернизации системы.

Управление проектом связано с планированием и организацией работ, созданием коллективов разработчиков, контролем за сроками и качеством выполняемых работ.

Техническое и организационное обеспечение проекта заключается в выборе методов и инструментальных средств для реализации проекта, в определении методов описания промежуточных стадий разработки, в разработке методов и средств испытаний информационной системы, обучении персонала и т.п.

Обеспечение качества проекта связано с проблемами верификации, проверки и тестирования информационной системы.

В процессе реализации проекта важное место занимают вопросы идентификации, описания, контроля конфигурации отдельных компонентов и всей системы в целом. Управление конфигурацией является одним из вспомогательных процессов, который поддерживает основные процессы жизненного цикла информационной системы, прежде всего разработку и сопровождение информационной системы. При создании проектов сложных информационных систем, состоящих из многих компонентов, каждый из которых может иметь разнообразности, возникает проблема учета их связей и функций, создания унифицированной структуры и обеспечения развития всей системы.

Управление конфигурацией позволяет организовать, систематически учитывать и контролировать внесение изменений в информационную систему на всех стадиях жизненного цикла. Каждый процесс характеризуется определенными задачами и методами их решения, исходными данными, полученными на предыдущем этапе, и результатами. Результатами анализа, в частности, могут быть функциональные модели, информационные модели и соответствующие им диаграммы.

Жизненный цикл информационной системы носит итерационный характер: результаты очередного этапа часто вызывают изменения в проектных решениях, принятых на предыдущих этапах.

Как правило, существующие стандарты не предлагают конкретную модель жизненного цикла,

а их положения являются общими для любых моделей жизненного цикла, методов и технологий создания информационной системы. Они описывают структуру процессов жизненного цикла, не конкретизируя, как реализовать или выполнить действия и задачи, включенные в эти процессы.

Во всех работах, так или иначе освещающих жизненный цикл информационной системы, приводятся примеры каскадной модели жизненного цикла и для сравнения на ее фоне спиральной модели, имеющей более совершенные свойства для моделирования процессов жизненного цикла. Но если для каскадной модели жизненный цикл включает стадию эксплуатации и сопровождения, то для спиральной модели (ее графического изображения) жизненный цикл заканчивается стадией тестирования. То есть такая спиральная модель отображает жизненный цикл не информационной системы, а ее разработки.

Жизненный цикл является моделью создания и использования информационной системы, которая отображает ее различные состояния, начиная с момента возникновения необходимости в данной системе и заканчивая ее полным выводом из эксплуатации.

Модель жизненного цикла информационной системы включает в себя стадии, результаты выполнения работ на каждой стадии, ключевые события – точки завершения работ и принятие решений.

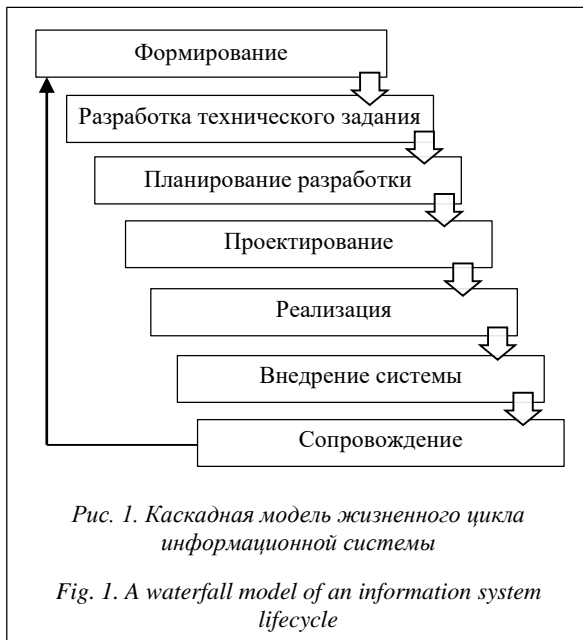
Стадия – это часть процесса создания информационной системы, ограниченная определенными временными рамками и заканчивающаяся выпуском конкретного продукта (моделей, программных компонентов, документации), что определяется заданными для данной стадии требованиями.

На каждой стадии могут выполняться несколько процессов, и, наоборот, один и тот же процесс может выполняться на разных стадиях. Соотношение между процессами и стадиями также определяется используемой моделью жизненного цикла информационной системы.

Жизненный цикл образовывается согласно принципу ниспадающего проектирования и, как правило, имеет итерационный характер: реализованные этапы, начиная с первых, циклически повторяются согласно изменениям требований и внешних условий, введению ограничений и т.п. На каждом этапе жизненного цикла порождается определенный набор документов и технических решений. При этом для каждого этапа начальными являются документы и решения, полученные на предыдущем этапе. Каждый этап завершается верификацией рожденных документов и решений с целью проверки соответствия их исходным.

Существующие модели жизненного цикла определяют порядок выполнения этапов в ходе разработки, а также критерии перехода от этапа к этапу. Наибольшее распространение получили модели жизненного цикла, перечисленные далее.

1. **Каскадная модель** [5] предусматривает переход к следующему этапу после полного завершения работ на предыдущем этапе, характеризуется четким делением данных, процессов и их обработкой (рис. 1).



Преимущества каскадной модели: полная и согласованная документация на каждом этапе, легкость определения сроков и затрат на проект.

Недостатки: у каскадной модели переход от одной фазы проекта к другой предусматривает полную корректность результата (выхода) предыдущей фазы, однако неточность требования или его некорректная интерпретация в результате приводит к тому, что приходится возвращаться к ранней фазе проекта, а необходимая переработка не только выбивает проектную команду из графика, но и влечет за собой существенный рост затрат и, возможно, прекращение проекта в той форме, в которой он сначала задумывался.

Основное заблуждение авторов данной модели – предположение, что проект проходит через процесс один раз. Эта модель исходит из того, что все ошибки будут касаться реализации, а потому их устранение происходит равномерно во время тестирования компонентов и системы. Итак, каскадная модель для больших проектов малореалистична и может эффективно использоваться только для создания небольших систем.

2. **Поэтапная модель** с промежуточным контролем – итерационная модель разработки с циклами обратной связи между этапами (англ. iterative and incremental development – IID), модель итеративной и инкрементальной разработки, эволюционная модель – является альтернативой последовательной модели [6].

Модель IID предусматривает разбивку жизненного цикла проекта на последовательность итера-

ций, каждая из которых напоминает мини-проект, включая все процессы разработки от применения до создания меньших фрагментов функциональности (сравнительно с проектом в целом). Цель каждой итерации – получение работающей версии информационной системы, которая включает функциональность, определенную интегрированным содержанием всех предыдущих и текущей итераций. Результат финальной итерации содержит всю необходимую функциональность информационной системы.

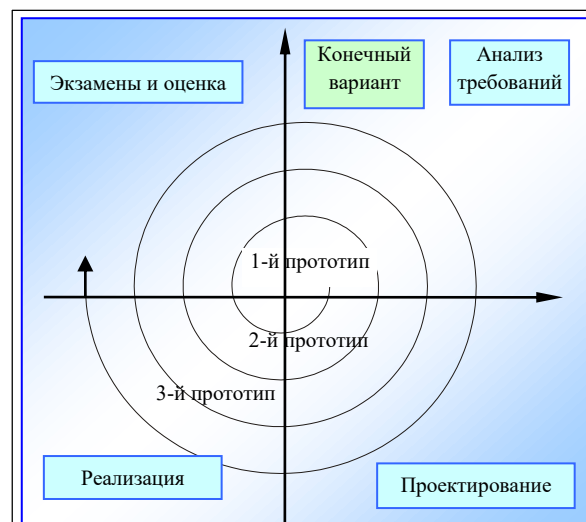
Итак, с завершением каждой итерации система получает прирост – инкремент к ее возможностям, которые развиваются эволюционно.

Преимущество такой модели в том, что межэтапное корректирование обеспечивает меньшую трудоемкость по сравнению с каскадной моделью. С другой стороны, время жизни каждого этапа растягивается на весь период разработки.

Подход IID имеет и свои негативные стороны, в сущности являющиеся обратной стороной достоинств: во-первых, продолжительное время отсутствует целостное понимание возможностей и ограничений проекта; во-вторых, при итерациях приходится отбрасывать часть предварительно сделанной работы.

Разные варианты итерационного подхода реализованы в большинстве современных методологий разработки (RUP, MSF, XP).

3. **Спиральная модель** (англ. spiral model) была разработана в 1986 г. Барри Бозом [7]. Она основана на классическом цикле Деминга PDCA (plan-do-check-act). При использовании этой модели информационная система создается в несколько итераций (витков спирали) методом прототипирования (рис. 2). Спиральная модель заостряет внимание на начальных этапах жизненного цикла: ана-



лизе требований, проектировании спецификаций, предыдущем и детальном проектировании. На этих этапах проверяется и обосновывается реализуемость технических решений созданием прототипов. Каждый виток спирали отвечает поэтапной модели создания фрагмента или версии системы, на нем уточняются цели и характеристики проекта, определяется его качество, планируются работы следующего витка спирали. Таким образом, углубляются и последовательно конкретизируются детали проекта и, как следствие, выбирается обоснованный вариант, который приводится к реализации.

Отличительная особенность спиральной модели – особое внимание, которое уделяется рискам, влияющим на организацию жизненного цикла и контрольные точки. Б. Боем сформулировал десять наиболее распространенных (по приоритетности) рисков:

- дефицит специалистов;
- нереальные сроки и бюджет;
- реализация несоответствующей функциональности;
- разработка неправильного пользовательского интерфейса;
- перфекционизм, ненужная оптимизация и оттачивание деталей;
- непрерывный поток изменений;
- недостаток информации о внешних компонентах, определяющих окружение системы или вовлеченных в интеграцию;
- недостатки в работах, выполняемых внешними (по отношению к проекту) ресурсами;
- недостаточная производительность получаемой системы;
- разрыв в квалификации специалистов разных областей.

В современной спиральной модели определяется такой общий набор контрольных точек:

- concept of operations (COO) – концепция (использование) системы;
- life cycle objectives (LCO) – цели и содержание жизненного цикла;
- life cycle architecture (LCA) – архитектура жизненного цикла; здесь же можно говорить о готовности концептуальной архитектуры целевой программной системы;
- initial operational capability (IOC) – первая версия создаваемой системы, пригодная для исследовательской эксплуатации;
- final operational capability (FOC) – готовая система, развернутая для реальной эксплуатации.

Проведенный анализ наиболее распространенных моделей жизненного цикла информационных систем показал, что они являются достаточно эффективным средством описания всех процессов разработки и создания информационных систем предприятия.

Модели сопровождения информационных систем по этапам жизненного цикла

Как в процессе исследований, так и в процессе проектирования информационная система предприятия выступает пассивной категорией, функционирование которой описывается моделями. Рассматривая информационную систему предприятия как сложную, ее можно представить следующими основными моделями: строения, функционирования и развития [8].

Модель строения (M_c) является теоретико-множественной моделью, реализующей отношение «часть–целое» и представляемой теоретико-множественной операцией объединения $A = \bigcup_{i \in I} A^i$, где I – индексное множество; A^i – составляющие элементы A , $A^i = \langle A_1^i, A_2^i, \dots, A_n^i; A_{11}^i, A_{12}^i, \dots, A_{1m}^i; \dots, A_{nl}^i \rangle$.

Модель функционирования (M_f) определяет процессы достижения целей системой, которые осуществляются ее составляющими и представляются отображениями

$$F_1 : \langle P, C_c^t, C_s^t, X^{t-1} \rangle \rightarrow X^t,$$

$$F_2 : \langle P, C_c^t, C_s^t, X^{t-1} \rangle \rightarrow Y^t,$$

где t – момент времени функционирования ИС; P – вектор прикладных задач, которые система должна решать; C_c^t – структура системы в момент времени t ; C_s^t – стратегия управления; X^t – состояние ИС; Y^t – выход системы в момент времени t .

Модель развития (M_p) описывает адаптивные процессы информационной системы во внешней среде посредством отображения

$$F_3 : \langle E_z^n, P_r^n \rangle \rightarrow \langle E_e^n, E_f^n, E_a^n, R \rangle,$$

где E_z^n и P_r^n – новые цели и процессы целедостижения, предполагающие существование в структуре ИС таких элементов E_e^n , которые способны взять на себя новые функции E_f^n и посредством новых операций E_a^n привести к выработке новых нестандартных решений R . Множества E_z^n и P_r^n – нечеткие категории, что следует из неопределенности их на этапе проектирования, а также из нечеткости временного интервала между предположением о возможности реализации и реализацией E_z^n , определяемой функцией $\xi(Z)$. Оценка такой возможности и ее характеристики определяются на этапе исследования разрешимости задачи Ω . Рассматривая предполагаемое функционирование информационной системы аналогично существованию системы исследования в базисе системных свойств [9], обозначим Q^0 пространство состояний информационной системы. Тогда можно установить существование отображения $\langle E_z^n, P_r^n \rangle \rightarrow Q^0$.

Пространство Q^0 имеет три составляющие: Q_c^0, Q_p^0, Q_n^0 , где Q_c^0 – компоненты состояния, точно

известные априори; Q_p^0 – компоненты, распределение вероятностей которых известно; Q_n^0 – компоненты, значения которых могут быть предположены экспертами.

Следовательно, Q_c^0 не зависит от $\xi(Z)$, для Q_p^0 функцию $\xi(Z)$ можно формально рассматривать как плотность вероятности состояния Q_p^0 информационной системы [10]. Учитывая, что составляющие Q_n^0 – нечеткие множества, $\xi(Z)$ – многомерная функция принадлежности [11], устанавливается соответствие $Q_n^0 \leftrightarrow \text{Kern}(\xi(Z))$, где $\text{Kern}(\xi(Z)) = \{q_n^m \in Q_n^0 \mid \xi(q_n^m) = \max_{q_n \in Q_n^0} \xi(q_n)\}$.

Формально модель развития имеет следующий вид: $F_3^0 : \langle E_z^n, P_r^n \rangle \rightarrow Q^0 = Q^0(C, M\xi(Z), \text{Kern}(\xi(Z)))$, где C – компоненты состояния системы, являющиеся константами.

Разработка тройки моделей $\langle M_c, M_\phi, M_p \rangle$ является дополнительным информационным фактором, позволяющим осуществлять структуризацию процесса создания и функционирования информационной системы предприятия. Предложенные модели также образуют базис для формирования критериев, которые будут использованы при принятии решений по выбору оптимального варианта при построении информационной системы [12].

Заключение

Рассмотрено предприятие как сложная организационная система, для эффективного функционирования которой необходима современная информационная система управления, позволяющая осуществлять сбор, хранение и обработку информации для повышения степени обоснованности и своевременности принимаемых решений. Проведен анализ наиболее распространенных моделей жизненного цикла информационных систем, который показал, что они являются достаточно эффективным средством описания всех процессов разработки и создания информационных систем предприятия. Показано, что в процессе исследований и проектирования информационная система предприятия

выступает пассивной категорией, процесс функционирования которой может быть описан моделями строения, функционирования и развития. Разработка этих трех моделей является также дополнительным информационным фактором, позволяющим осуществлять структуризацию процесса создания и функционирования информационной системы предприятия.

Таким образом, процесс исследования построения информационной системы предприятия базируется на моделях, сопровождающих ее по всем этапам жизненного цикла. При этом учитывается, что информационная система предприятия представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных элементов, характеризуется целостностью, противостоит внешней среде и обеспечивает работу всех своих компонент для выполнения общего предназначения системы.

Литература

1. Аганбегян А.Г. Управление и эффективность. М.: Экономика, 1981. 71 с.
2. Баронов В.В., Калянов Г.Н., Попов Ю.И. Автоматизация управления предприятием. М.: ИНФРА-М, 2000. 239 с.
3. Берсуцкий Я.Г. Информационная система управления предприятием. К.: Наук. думка, 1986. 167 с.
4. ISO/IEC 2382-1:1993. Information technology. Vocabulary. Part 1. Fundamental terms. Berlin, Springer-Verlag, 2004, 323 p.
5. Royce W. Managing the Development of Large Software Systems. Proc. IEEE WESCON, 1970, pp. 328–338.
6. Ларман К., Базили В. Итеративная и инкрементальная разработка: краткая история // Открытые системы. 2003. Вып. 9. С. 43–53.
7. Selby R.W. Software Engineering: Barry W. Boehm's Lifetime Contributions to Software Development, Management and Research. NJ: John Wiley & Sons, 2007, 834 p.
8. Снитюк В.Е. Эволюционные технологии принятия решений в условиях неопределенности: монография. К.: МП Леся, 2015. 347 с.
9. Матвеевский С.Ф. Основы системного проектирования комплексов летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1987. 240 с.
10. Дюбуа Д., Прад. А. Теория возможностей. М.: Радио и связь, 1990. 286 с.
11. Barlett E.B. Dynamic node architecture learning: An information theoretic approach. Neural Networks, 1994, vol. 3, pp. 129–140.
12. Лисецкий Ю.М., Снитюк В.Е. Формальное представление корпоративной интегрированной информационной системы как совокупности математических моделей. Proc. 17 Intern. Conf. System Analysis and Information Technologies SAIT 2015. Kyiv, 2015, pp. 80–81 (рус.).

Models of enterprise information system support in lifecycle stages

*Yu.M. Lisetskiy*¹, Ph.D. (Information Technologies), Managing Director, Yurii.Lisetskiy@snt.ua

¹ S&T Ukraine, Kiev, 03680, Ukraine

Abstract The article considers an enterprise as a complex organizational system, which requires a modern management information system for effective functioning. Such system enables information collection, storage, and procession to increase

relevance and timeliness of made decisions. The problem might be solved based on complex automation of all industrial and technological processes and required resources management.

The paper shows that the information system description is formed based on a lifecycle model, which defines the order of development stages and criteria of stage transition. An information system lifecycle model is a structure that defines a sequence of completion and interconnection of processes, actions and tasks throughout a life cycle. The structure of the information system life cycle is based on three groups of processes: primary (acquisition, supply, development, operation, maintenance), supplementary (documenting, configuration management, quality assurance, verification, attestation, assessment, audit, problem resolution) and organizational (project infrastructure building, project management, definition, life cycle assessment and improvement, training).

The paper describes the most widely spread life cycle models such as waterfall, iterative and incremental (stage-by-stage model with intermediate control) and spiral. It demonstrates that the enterprise information system appears to be a passive category in the processes of study and design. This category functioning can be described using support life cycle models including composition, functioning and development models. Development of these three models appears to be an additional informational factor that enables structuring of the process of enterprise information system creation and functioning.

Keywords: enterprise, complex organizational system, information system, structure, lifecycle, model.

References

1. Aganbegyan A.G. *Management and Efficiency*. Moscow, Ekonomika Publ., 1981, 71 p.
2. Baronov V.V., Kalyanov G.N., Popov Yu.I. *Enterprise Management Automation*. Moscow, INFRA-M Publ., 2000, 239 p.
3. Bersutsky Ya.G. *Enterprise Management Information System*. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1986, 167 p.
4. *ISO/IEC 2382-1:1993. Information technology. Vocabulary. Part 1: Fundamental terms*. Berlin, Springer-Verlag Publ., 2004, 323 p.
5. Royce W. Managing the Development of Large Software Systems. *Proc. IEEE WESCON*. 1970, pp. 328–338.
6. Larman K., Bazili V. Iterative and incremental development: short history. *Open Systems*. Moscow, 2003, vol. 9, pp. 43–53.
7. Selby R.W. *Software Engineering: Barry W. Boehm's Lifetime Contributions to Software Development, Management and Research*. NJ, Wiley & Sons Publ., 2007, 834 p.
8. Snityuk V.E. *Evolutionary Technologies of Decision Making under Ambiguity*. Kyiv, MP Lesya Publ., 2015, 347 p.
9. Matveevsky S.F. *Basics of Systemic Design of Aircraft Complexes*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987, 240 p.
10. Dyubua D., Prad. A. *Possibility Theory*. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1990, 286 p.
11. Barlett E.B. Dynamic node architecture learning: An information theoretic approach. *Neural Networks*. 1994, no. 3, pp. 129–140.
12. Lisetskiy Yu.M., Snityuk V.E. Formal Representation of the Corporate Integrated Information System as a Complex of Mathematical Models. *Proc. 17th Intern. Conf. "System Analysis and Information Technologies SAIT 2015"*. Kyiv, 2015, pp. 80–81.

Примеры библиографического описания статьи

1. Лисецкий Ю.М. Модели сопровождения информационных систем предприятия по этапам жизненного цикла // Программные продукты и системы. 2018. Т. 31. № 3. С. 455–460. DOI: 10.15827/0236-235X.123.455-460.
2. Lisetskiy Yu.M. Models of enterprise information system support in lifecycle stages. *Software & Systems*. 2018, vol. 31, no. 4, pp. 455–460 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.123.455-460.