

Литература

1. Маслов О.Н. О моделировании риска принятия решений в области обеспечения информационной безопасности // Защита информации. №4, 2011. – С. 16-20; №5, 2011. – С. 12-15.
2. Виттих В.А. Организация сложных систем. Самара: Изд. СНЦ РАН, 2010. – 66 с.
3. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. Пер. с нем. М.: Мир, 1990. – 208 с.
4. Маслов О.Н. Реинжиниринг бизнес-процесса обеспечения корпоративной безопасности // Защита информации. №6, 2011. – С. 18-28.

INTRACORPORATE COMPETITION AS A BUSINESS SECURITY THREAT

Maslov O.N.

Competition inside a corporation staff is considered like potential threat to it economic security. Verbal and mathematical risk models associated with intracorporate competition are presented.

Keywords: corporation, security threat, interdepartmental competition, risk criterions, risk modeling.

Маслов Олег Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой «Экономические и информационные системы» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. 8-902-371-06-24. E-mail: maslov@psati.ru

УДК 004.75

ОЦЕНИВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВ НАПРАВЛЕНИЙ МОДЕРНИЗАЦИИ АСУ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЭТАПЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Логинов И.В.

В работе рассматривается подход к оцениванию эффективности альтернатив направлений модернизации автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) на основе расчета ценности нового состояния автоматизированного бизнес-процесса для предприятия и интегрированной оценки ресурсоемкости его сопровождения на всем жизненном цикле.

Ключевые слова: оценивание, эффективность, управление, АСУП, автоматизация, эффект.

Введение

Модернизация АСУП сводится к реинжинирингу автоматизированных бизнес-процессов и соответствующим изменениям под новые требования систем и средств автоматизации и информатизации. Для крупных АСУП, включающих сотни и тысячи автоматизированных бизнес-процессов, характерно непрерывное развитие. В рамках управления развитием АСУП осуществляется анализ альтернатив проектов модернизации. Многократность решения задачи анализа и выбора альтернатив на этапе технико-экономического обоснования в условиях одновременно рассмотренных десятков и сотен альтернатив в большинстве случаев приводит к экспертному выбору перспективных проектов модернизации

без учета оценок эффективности. Известные подходы к оцениванию эффективности ориентированы на расчет оценок для малого количества альтернатив, что не позволяет их напрямую использовать в системах административного управления жизненным циклом АСУП из-за высокой ресурсоемкости. Это обуславливает особую актуальность решения задачи разработки методики оценивания эффективности альтернатив модернизации АСУП на этапе технико-экономического анализа при значительной мощности множества альтернатив.

Этапы оценивания эффективности проектов модернизации АСУП

Управление развитием АСУП предполагает реализацию портфеля проектов, направленных на совершенствование выделенных автоматизированных процессов. Сложность АСУП как объекта управления определяется тем, что возможна реализация значительного количества альтернатив направлений модернизации, каждая из которых к тому же может быть реализована несколькими вариантами (см. рис.1). Эффективный выбор направлений модернизации, вариантов их реализации требует наличия соответствующего инструментария по оцениванию эффективности.

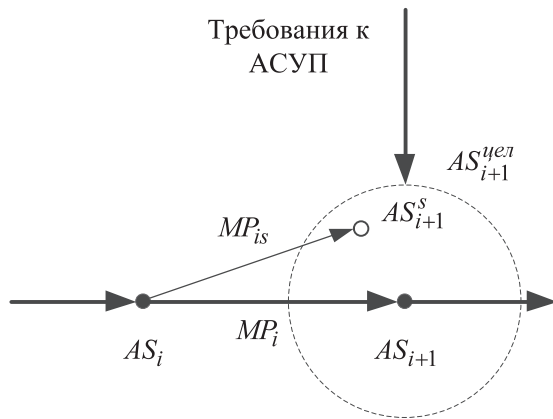


Рис. 1. Управление развитием АСУП в процессе функционирования

Под воздействием системы административного управления с целью удовлетворения требованиям АСУП должна быть переведена из состояния AS_i в целевое макросостояние $AS_{i+1}^{цел}$. К состоянию $AS_{i+1}^{цел}$ предъявляются требования по соответствию вышестоящей системе (предприятию). Перевод АСУП в допустимое макросостояние возможен различными способами (путем определения нового качества системы автоматизации бизнес-процессов предприятия). Реализация конкретного направления модернизации АСУП MP_{is} переводит ее в состояние AS_{i+1}^s : $AS_i \xrightarrow{MP_{is}} AS_{i+1}^s$. При этом $AS_{i+1}^s \in AS_{i+1}^{цел}$. Реализация мероприятий в рамках выбранного направления модернизации MP_i переводит АСУП в состояние AS_{i+1} .

Каждое состояние определяется эффективностью процессов функционирования АСУП по выполнению требований (целевым эффектом): $\mathcal{E}_{i+1}^s = \mathcal{E}(AS_{i+1}^s)$, где $\mathcal{E}$ – функция определения эффективности. Из множества потенциальных направлений модернизации АСУП рассматриваются только допустимые $\mathcal{E}_{i+1}^s \in \mathcal{E}_{i+1}^{цел}$ с точки зрения целевого эффекта. Допустимый целевой эффект $\mathcal{E}_{i+1}^{цел}$ определяется на основе требований к АСУП, предъявляемых предприятием. Реализация каждого направления модернизации возможна несколькими альтернативными способами. Каждый способ предполагает выполнение конкретного проекта модернизации pr_{is}^j из множества допустимых $\{pr_{is}^j\}$. Каждый проект модернизации pr_{is}^j характеризуется эффективностью реализации $\mathcal{E}_{isj}^{pr} = \mathcal{E}^{pr}(pr_{is}^j)$, выражаемой отношением ресурсоемкости его реализации (с учетом всего жизненного цикла) и целевого эффекта:

$$\mathcal{E}_{isj}^{pr} = \frac{\mathcal{E}_{si}^j}{R_{si}^j}, \quad (1)$$

где R_{si}^j – оценка ресурсоемкости проекта на всем жизненном цикле.

Для принятия управленческих решений (формирования портфеля проектов) требуются оценки альтернатив проектов модернизации. Оценивание альтернатив модернизации АСУП в процессе управления развитием должно осуществляться на следующих этапах (см. рис. 2):

- оценивание необходимости модернизации АСУ предприятия;
- оценивание эффективности направлений модернизации (ранжирование) в процессе выбора таких направлений;
- оценивание альтернатив проектов модернизации (ранжирование) в процессе выбора предпочтительного проекта;
- оценивание проектов модернизации в процессе их реализации;
- оценивание эффективности реализации проекта модернизации по его завершении;
- оценивание эффективности проекта модернизации в процессе сопровождения нового состояния автоматизированных бизнес-процессов.

Анализ показывает, что проведение оценивания на этапе технико-экономического обоснования модернизации АСУП является наиболее сложным, что связано с наличием следующих факторов:

- отсутствием детальных проектов модернизации и невозможность проведения калькуляции затрат и точного расчета эффекта от модернизации АСУП;
- отсутствием (высокая неопределенность) адекватных и формализованных данных о требованиях к уровню автоматизации бизнес-процессов предприятия;
- множеством возможных направлений и проектов модернизации.

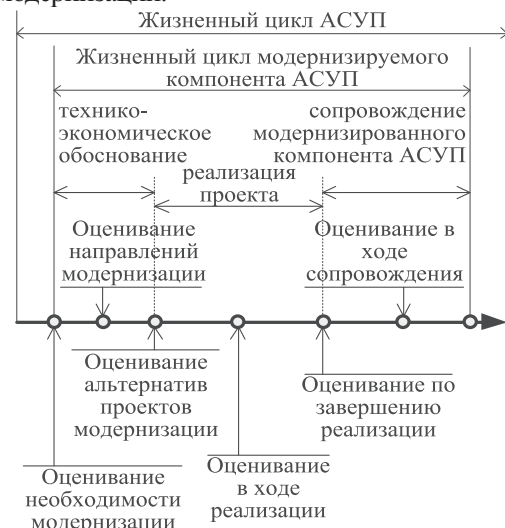


Рис. 2. Использование оценивания в процессе принятия решений на развитие АСУП

На практике в большинстве случаев это приводит к использованию экспертных методов оценивания в процессе принятия решений без расчетов оценок эффективности альтернатив. Необходимость повышения обоснованности управления модернизации АСУП обуславливает актуальность разработки методики оценивания эффективности альтернатив модернизации АСУ предприятия на этапе технико-экономического обоснования.

Анализ известных подходов к оцениванию эффективности альтернатив модернизации АСУП

Оценивание эффективности проектов модернизации АСУ предприятия предполагает оценивание положительного эффекта (для предприятия) и требуемого расхода ресурсов на достижение такого эффекта. Выделяют три уровня оценок эффективности [1]:

- метрики внутренней эффективности АСУП в терминах расходов на систему автоматизации, производительности, отказоустойчивости и т.д.;
- метрики влияния автоматизации на эффективность работы внутреннего персонала через удовлетворенность и производительность пользователей;
- метрики внешней эффективности автоматизации через удовлетворенность и обслуживание клиентов, гибкость бизнеса, доходы и прибыль.

Поскольку автоматизация должна удовлетворять потребности предприятия (учет требований бизнеса [1]), то оценивание требуется осуществлять на уровне внешнего эффекта. Для этого широко применяются следующие экономикоматематические методы анализа эффектов [2-3].

1. Традиционные финансовые инструменты, позволяющие определять эффект через его вторичное проявление. К таким методам относят: чистую приведенную стоимость (NPV), средне-взвешенную стоимость капитала (WACC), внутреннюю норму прибыли (IRR), совокупную стоимость владения (TCO) и коэффициент возврата инвестиций (ROI) [2].

2. Экспертные методы определения эффекта, базирующиеся на методах формирования экспертных предпочтений [4], которые позволяют в каждом конкретном случае разрабатывать дерево критериев оценки.

3. Балансовые методы анализа, которые позволяют осуществлять подсчет путем калькуляции затрат на основе методов нормативов и аналогов. В рамках данного направления наиболее разработанным является комплексный анализ TCO (со-

вокупной стоимости владения) + TBO (совокупные выгоды владения) + IT integration risk (анализ рисков модернизации) [3].

4. Методы факторного анализа эффекта позволяют провести всесторонний анализ воздействий автоматизации на эффективность предприятия. Среди таких методов наиболее выделяются метод CSF (критических факторов успеха), определяющий степень влияния автоматизации на достижение ключевых показателей; и метод Balanced Scorecard, позволяющий оценить аспекты влияния автоматизации на предприятие [3; 5].

5. Метод портфельного анализа проектов автоматизации – IT portfolio management – предназначен для управления портфелем проектов (что характерно для крупных компаний) и предполагает учет множества частных проектов автоматизации и информатизации.

6. Метод совокупного экономического эффекта (total economic impact – TEI), предполагающий необходимость учета нематериальных выгод, в том числе с учетом оценки будущих условий рынка предприятия [1].

Определение эффектов – положительных (целевых) и отрицательных (расход ресурсов и отрицательные изменения) – предполагает использование двух основных подходов:

- метод нормативов [2], предполагающий расчет эффектов на основе средних показателей по объектам автоматизации;
- метод аналогов [6], предполагающий расчет эффектов на основе реализованных ранее проектов автоматизации с учетом поправочных коэффициентов.

Вариации рассматриваемых методов могут быть применены на этапе технико-экономического обоснования, однако получаемые результаты имеют высокую степень неопределенности. Нечеткость и неопределенность исходных данных для расчета оценок направлений модернизации, как и нечеткий характер зависимостей между результатами автоматизации и целевым эффектом приводит к необходимости учета данных особенностей. Это приводит к широкому использованию нечетких методов при оценивании [7]. Задача оценивания направлений модернизации может быть сведена к анализу необходимости модернизации автоматизированных бизнес-процессов предприятия. Такая задача должна в циклическом режиме оценивать необходимость сохранения уровня автоматизации бизнес-процесса, его оптимизацию с учетом изменившихся условий или адаптацию к ним [8], для чего может быть

применен комплексный подход на основе IT BSc и CobIT.

Для повышения эффективности анализа эффектов возможно использование когнитивных методов [9]. В рамках такого подхода для решения проблемы оценивания на стадии технико-экономического обоснования предложена циклически повторяемая в системе управления развитием методика когнитивного моделирования: когнитивная структуризация, структурный анализ 11-факторной когнитивной модели, сценарное моделирование развития ситуации, оценка и интерпретация результатов, мониторинг ситуации. Для учета неопределенности данных рассматриваются лингвистические оценки факторов и множество сценариев развития предприятия. Наличие множества направлений модернизации АСУП приводит к тому, что альтернативы проектов оцениваются в разных шкалах и показателях (в зависимости от объекта автоматизации), что затрудняет выбор эффективных направлений модернизации. Это позволяет применить подход к оцениванию альтернатив модернизации на основе интегральной полезности [10], заключающийся в определении степени ценности проекта автоматизации для предприятия в зависимости от момента времени.

Применение теории полезности для оценивания эффективности проектов модернизации АСУП

Оценивание эффективности (1) проектов модернизации АСУП требует определения целевого эффекта от реализации проекта и его ресурсоемкости. Для определения данных оценок используем процессную модель предприятия, в рамках которой предприятие формализуется в виде системы взаимодействующих бизнес-процессов. В этом случае АСУП представляется совокупностью автоматизированных бизнес-процессов предприятия. Под альтернативой проекта модернизации АСУП будем понимать вариант реинжиниринга выделенного автоматизированного бизнес-процесса.

Анализ показывает, что каждое новое состояние автоматизированного бизнес-процесса можно описать его положительным эффектом. Эффект от реализации мероприятий модернизации задается на основе экспертных оценок, в большинстве случаев – в виде системы требований. При этом эффект можно оценивать в виде ценности результата модернизации для предприятия.

Зависимость ценности модернизации от времени представляет собой функцию полезности [10]. Использование функций полезности необходимо для случаев невозможности представления частных оценок эффекта от некоторых реинжиниринга автоматизированных бизнес-процессов с использованием методов инвестиционного анализа. В том случае когда (например, для государственного предприятия) невозможно оценить денежный эффект (а в этом случае нет экономического смысла в такой оценке) возможно построить дерево эффективности (например, на основе системы сбалансированных показателей), которую можно свернуть в ценность.

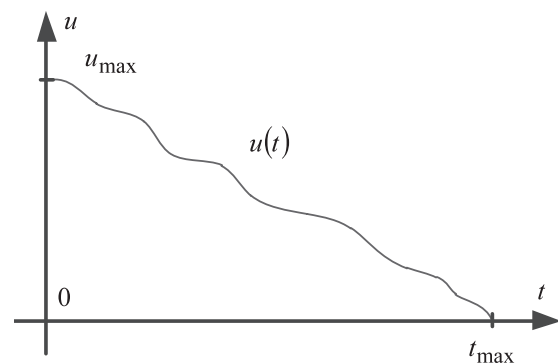


Рис. 3. Оценивание потенциального положительного эффекта от реализации проекта модернизации с использованием функций полезности

Полезность любого явления можно оценивать с использованием функций полезности, отражающих ценность продукта (в данном случае нового состояния автоматизированного бизнес-процесса) от времени. В большинстве случаев из-за динамики условий внешней среды и целей предприятия (вышестоящей системы) происходит снижение ценности от времени. Это обстоятельство отражается в снижении ценности с течением времени, что может быть описано (см. рис. 3) с использованием монотонно убывающих функций мгновенной полезности $u(t)$ [11].

Максимальное значение потенциального эффекта модернизации автоматизированного бизнес-процесса имеется в момент ее осуществления (максимум соответствия предприятию). Суммарный эффект, получаемый от модернизации, оценивается как площадь фигуры, ограниченной функцией полезности:

$$\mathcal{E}_n^{\max} = \int_0^{t_{\max}} u(t) dt. \quad (2)$$

Потенциально достижимый эффект с учетом жизненного цикла модернизированного бизнес-

процесса ограничивается стадиями ввода и вывода из эксплуатации:

$$\mathcal{E}_n = \int_{t_{\text{ввод}}}^{t_{\text{вывод}}} u(t). \quad (3)$$

Реально достижимый эффект определяется в процессе установления целевых требований к конкретному варианту реализации автоматизированного бизнес-процесса u_{mp}^{ijs} . С учетом переходных процессов на всем жизненном цикле реально достижимая суммарная полезность определяется (см. рис. 4) по формуле:

$$\mathcal{E}_{pd}^{ijs} = \int_{t_{\text{ввод}}}^{t_{\text{вывод}}} \hat{u}^{ijs}(t). \quad (4)$$

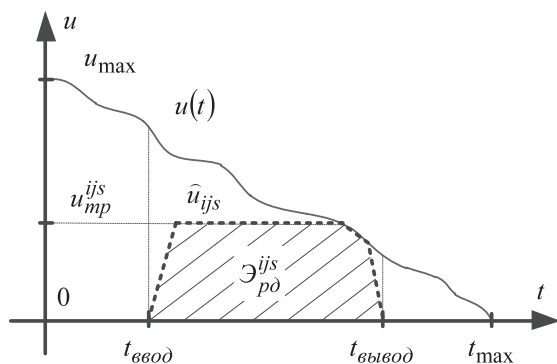


Рис. 4. Оценивание реально достижимого положительного эффекта от реализации проекта модернизации с использованием функций полезности

Оценивание системы показателей и их отражение в виде полезности происходит с применением технологий экспертных оценок на основе анализа предприятия, условий внешней среды и уровня автоматизации бизнес-процесса. При этом с помощью методов экспертизы на основе анализа существующей системы бизнес-процессов происходит определение потенциального и реальной функций полезности. Оценка полезности эффекта определяется с учетом жизненного цикла бизнес-процесса.

Оценивание ресурсоемкости проекта модернизации АСУП

Для оценивания эффективности проекта также необходимо определять предполагаемую ресурсоемкость проекта альтернативы модернизации. Оценка ресурсоемкости складывается из двух оценок – оценок ресурсоемкости реализации проекта модернизации и оценок ресурсоемкости поддержки жизненного цикла (см. рис. 5) [6]. Поскольку производить расчет предполагаемой

ресурсоемкости путем непосредственной калькуляции затрат на этапе технико-экономического обоснования весьма сложно из-за недостатка проектных данных, то оценивание предлагается осуществлять с использованием метода аналогии. В соответствии с данным методом предлагается соотносить оцениваемый проект реинжиниринга автоматизированного бизнес-процесса с известным проектом-аналогом, реализованным ранее в ИТ-службе предприятия, с учетом эффектов новизны, масштаба и важности проекта.

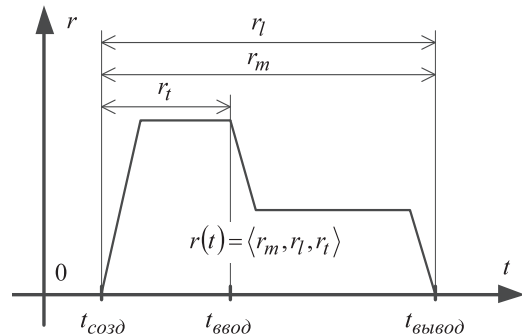


Рис. 5. Функция ресурсоемкости модернизации проекта автоматизированного бизнес-процесса

Различие в особенностях расхода ресурсов на двух макроэтапах (реализации проекта модернизации и сопровождения модернизированного бизнес-процесса) обосновывает необходимость использования двух типов проектов-аналогов:

- аналогов проектов реинжиниринга, для которых характерен расход трех видов ресурсов: материалов, трудовых и оперативного времени;
- аналогов системы затрат ресурсов (в рамках процессов сопровождения) на поддержку функционирования автоматизированных бизнес-процессов на всем жизненном цикле, которые включают в свой состав материалы и трудовые ресурсы.

Расчет оценок ресурсоемкости проекта реинжиниринга бизнес-процесса с использованием метода аналогии предполагает следующую последовательность операций.

1. Соотнесение альтернативы проекта модернизации автоматизированного бизнес-процесса с одним из известных аналогов проекта реинжиниринга и процессов технической поддержки, реализуемое экспертно.

2. Определение отличий проекта от аналогов по всем факторам с использованием лингвистических оценок.

3. Определение коэффициентов, отражающих отличие оцениваемого проекта по таблицам на основе лингвистических оценок.

4. Расчет точечных (минимальной, моды и максимальной) оценок ресурсоемкости проекта модернизации.

5. Расчет интервальных частных оценок с требуемой точностью с использованием функции бета-распределения.

6. Сложение оценок прогнозируемой потребности в однотипных ресурсах с использованием интервальных методов.

Выходом методики оценивания ресурсоемкости являются интервальные оценки расхода трех видов ресурсов: материалов, трудовых и оперативного времени $\hat{R} = \langle r_m, r_l, r_t \rangle$.

Методика расчета оценок эффективности проекта модернизации АСУП на этапе технико-экономического обоснования

Оценивание эффективности проекта модернизации заключается в получении двух оценок:

- оценки полезности проекта модернизации (ценности нового состояния автоматизированного бизнес-процесса для предприятия) $\hat{\mathcal{U}}_{po}^{ijs}$, которая отражает интегральную оценку всех положительных эффектов, представляющихся в виде монотонно убывающих функций полезности;

- оценки ресурсоемкости $\hat{R}^{ijs}$ проекта модернизации, полученной на основе метода аналогов с учетом расхода ресурсов на поддержку всего жизненного цикла автоматизированного бизнес-процесса нового качественного состояния.

В связи с необходимостью оценивания эффективности с учетом всего жизненного цикла предлагается методика, которая предполагает следующую последовательность действий.

1. Определение направления модернизации АСУП – выбор автоматизированного бизнес-процесса для оценивания необходимости реинжиниринга [8; 12].

2. Определение показателей эффектов от модернизации бизнес-процессов на основе факторного анализа (путем разработки системы сбалансированных показателей [3]) и сведение их оценок к полезности.

3. Определение потенциальной функции полезности $u(t)$ альтернативы проекта модернизации: начального значения $u_{\max}$ и траектории ее изменения с течением времени.

4. Определение варианта жизненного цикла проекта модернизации (на основе функций полезности и потенциально достижимых эффектов), путем обоснования длительности жизненного цикла и момента времени ввода автоматизированного бизнес-процесса нового качества в эксплуатацию.

5. Расчет оценок интегральной полезности по формуле (4) с учетом момента времени начала реализации варианта проекта модернизации.

6. Расчет ресурсоемкости проекта модернизации с учетом расходов на весь жизненный цикл на основе метода аналогов.

Представленная методика предполагает определение функции полезности (зависимости суммарной полезности от времени начала реализации проекта модернизации) и на ее основе интегральной полезности, а также интегрированной оценки ресурсоемкости: $\mathcal{U}_{ijs}^{pr} = \langle \hat{\mathcal{U}}^{ijs}, \hat{R}^{ijs} \rangle$. Такая пара оценок может использоваться в рамках управления портфелем проектов для выбора альтернативы проекта модернизации АСУП для реализации. Вариантом функции выбора альтернатив может выступать метод управления на основе наиболее полезного – FMT (адаптированный с учетом ресурсоемкости) [10], применяемый в вычислительных системах. Применение такого подхода позволяет учесть динамику изменения полезности альтернативы проекта с учетом его затрат на реализацию.

Заключение

В работе рассмотрен подход к оцениванию эффективности альтернатив проектов (направлений) модернизации автоматизированных бизнес-процессов предприятия. Рассматриваемый подход применяется для оценивания эффективности вариантов модернизации на этапе технико-экономического анализа, когда нет конкретных планов реализации варианта, а есть только обобщенные требования к новому состоянию объекта модернизации. Это позволяет применить к оцениванию альтернатив проектов подход к оценке на основе полезности, заключающийся в учете положительного эффекта в виде полезности нового состояния для предприятия. Использование интегральной полезности и учет ресурсоемкости всего жизненного цикла позволяет совершенствовать методы управления на этапе технико-экономического анализа в рамках портфельного управления проектами автоматизации. Направлением дальнейших исследований является разработка способа управления портфелем проектов на основе использования соответствующих оценок.

Литературы

1. Нюхин А.В. Обзор методик оценки экономической эффективности проектов в сфере информационных технологий // Вестник КамчатГТУ. № 12, 2010. – С. 56-59.

2. Дмитриева Е.О., Ашмарина С.И. Оценка эффективности внедрения информационных систем промышленных предприятий // Вестник СамГТУ. № 82, 2011. – С. 78-83.
3. Митрофанов Е.П. Методы оценки эффективности инновационных проектов информационно-коммуникационных технологий региона // Вестник Чуваши. № 3, 2009. – С. 470-475.
4. Белых А.А. Основы методологии прогнозирования и оценки эффективности информационных систем // Политематический сетевой электронный научный журнал КубанГАУ. № 71, 2011. – С. 111-133.
5. Янченко Н.С. Применение системы сбалансированных показателей для оценки эффективности ИТ-проектов // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. № 4, 2008. – С. 86-95.
6. Бунова Е.В., Буслаева О.С. Оценка эффективности внедрения информационных систем // Вестник Астр.ГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. № 1, 2012. – С. 158-164.
7. Гончаренко А.Н. Теоретико-множественный анализ эффективности реализации ИТ-проектов горного предприятия на основе нечеткой логики // Научный вестник Московского ГГУ. № 3, 2011. – С. 10-16.
8. Кравченко Т.К. Оценка эффективности стратегических решений службы информационных технологий // Бизнес-информатика. № 4, 2011. – С. 16-23.
9. Кизилова Ю.С., Нехотина В.С., Сизов А.С. Когнитивное моделирование процесса оценки эффективности использования ИТ-услуг на промышленном предприятии // Известия Юго-Западного ГУ. № 3, 2011. – С. 76-82.
10. Логинов И.В. Планирование процессов обработки запросов в однородной вычислительной сети АСУП на основе функций полезности // Вестник РГРТУ. № 2 (выпуск 32). Рязань. 2010. – С. 105-109.
11. Лебедев Е.В., Логинов И.В. Повышение своевременности подготовки управленческих решений в системах административного управления сетями связи // Телекоммуникации. №2, 2010. – С. 13-16.
12. Христенко Д.В. Методика группового экспертного опроса при выборе компонентов ИТ-инфраструктуры в процессе ее модернизации // ИКТ. Т.10, №2, 2012. – С. 99-103.

THE ESTIMATION OF EFFECTIVENESS ENTERPRISE MIS SYSTEM MODERNIZATION DIRECTION ON STAGE OF TECHNICAL-ECONOMIC ANALYSIS

Loginov I.V.

The method of estimation of effectiveness enterprise MIS system modernization direction based on prognosis value of new state automated business-process for enterprise and integral estimation of system resource requirements on all lifecycle.

Keywords: estimation effectiveness, management, enterprise MIS, automating, effect.

Логинов Илья Валентинович, к.т.н., с.н.с. Академии ФСО России (г. Орел). Тел. (8-486) 254-97-11; 8-910-303-80-60. E-mail: liv@academ.msk.rsnnet.ru

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 621.391.827.4

АНАЛИЗ РЕАЛЬНОЙ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ГРУППОВОГО ТРАКТА РАДИОСИСТЕМЫ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

Егоров С.Г.

Анализируются искажения группового сигнала в системе связи с кодовым разделением каналов и прямым расширением спектра (DS-CDMA), вызванные нелинейностью амплитудной характеристики видеотракта, при воздействии аддитивного гауссовского шума. Получены оценки вероятности битовой

ошибки при учете нелинейности группового тракта и аддитивного шума.

Ключевые слова: нелинейные искажения, нелинейное усиление, прямое кодовое разделение каналов DS-CDMA, групповые сложные сигналы