



Экономико-управленческий подход к формированию архитектуры информационных систем

Васютин С.А., магистрант, Институт технологий управления,
МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается архитектура информационных систем как инструмент экономического и управленческого воздействия на развитие организации. Обосновано, что в условиях усложнения IT-ландшафта компаний и увеличения затрат на сопровождение цифровых сервисов архитектурное управление приобретает экономическое содержание и коннотацию. Автор раскрывает три подхода к формированию архитектуры ИС, в объединение которых позволяет уменьшить трудоемкость архитектурного сопровождения, что снижает управленческие и операционные риски и обеспечивает более рациональное распределение ресурсов, выделяемых на развитие информационных систем.

Ключевые слова: корпоративная архитектура, экономико-управленческий подход, архитектурные артефакты, слоевая модель, реверс-инжиниринг

An economic and managerial approach to developing information systems architecture

Vasyutin S.A., Master's Student, Institute of Management Technologies,
MIREA — Russian Technological University, Moscow, Russia

Annotation. This article examines information systems architecture as a tool for economic and managerial influence on organizational development. It is argued that, given the increasing complexity of companies' IT landscapes and the increasing costs of supporting digital services, architectural management is acquiring economic content

and connotations. The author describes three approaches to developing information system architecture, the combination of which reduces the labor intensity of architectural support, mitigating management and operational risks and ensuring a more rational allocation of resources allocated to information systems development.

Key words: corporate architecture, economic and managerial approach, architectural artifacts, layered model, reverse engineering

Ускоренная цифровизация компаний, приводит к тому, что ее ИТ-ландшафт постоянно изменяется, а потому требует регулярного архитектурного сопровождения. Ошибки в архитектурном управлении и неактуальные архитектурные модели могут иметь не только локальные технические последствия. Они влияют на надежность, непрерывность, безопасность и управляемость цифровых сервисов, а следовательно, влияют на экономическую эффективность функционирования всего предприятия [8;15].

Корпоративная архитектура (Enterprise Architecture, EA) – это концепция описания структуры организации, которая обеспечивает согласование бизнес-стратегии и информационных технологий, позволяя последним добиться устойчивости и масштабируемости.

Само по себе классическое определение корпоративной архитектуры как целостного описания предприятия еще не объясняет, как использовать ее в реальном управлении организацией. Чтобы архитектура действительно работала как инструмент анализа и проектирования, ее нужно представить в виде формализованной модели [2;3]. Такая модель позволяет выделить ключевые элементы системы и увидеть связи между ними. За счет этого можно отойти от частных технических решений и сосредоточиться на сущностных характеристиках предприятия, что делает возможным системный анализ его структуры и функционирования [17].

Концептуальная модель корпоративной архитектуры информационной системы можно рассматривать как абстрактное, целостное и согласованное описание предприятия как системы, в которой бизнес-цели, процессы, данные,

приложения и технологическая инфраструктура рассматриваются во взаимосвязи.

Выделяются три методологических подхода к формированию архитектуры информационных систем предприятия.

1. *Слоевой подход* позволяет рассматривать организацию как целостную систему взаимосвязанных слоев. В эту систему входят бизнес-архитектура, архитектура данных, архитектура приложений и технологическая архитектура. Каждый слой выполняет собственную функцию. При этом его значение раскрывается не отдельно, а через связи с другими слоями. Именно эти связи обеспечивают переход от стратегических целей компании к организационным, информационным, прикладным и инфраструктурным решениям (рис.1).

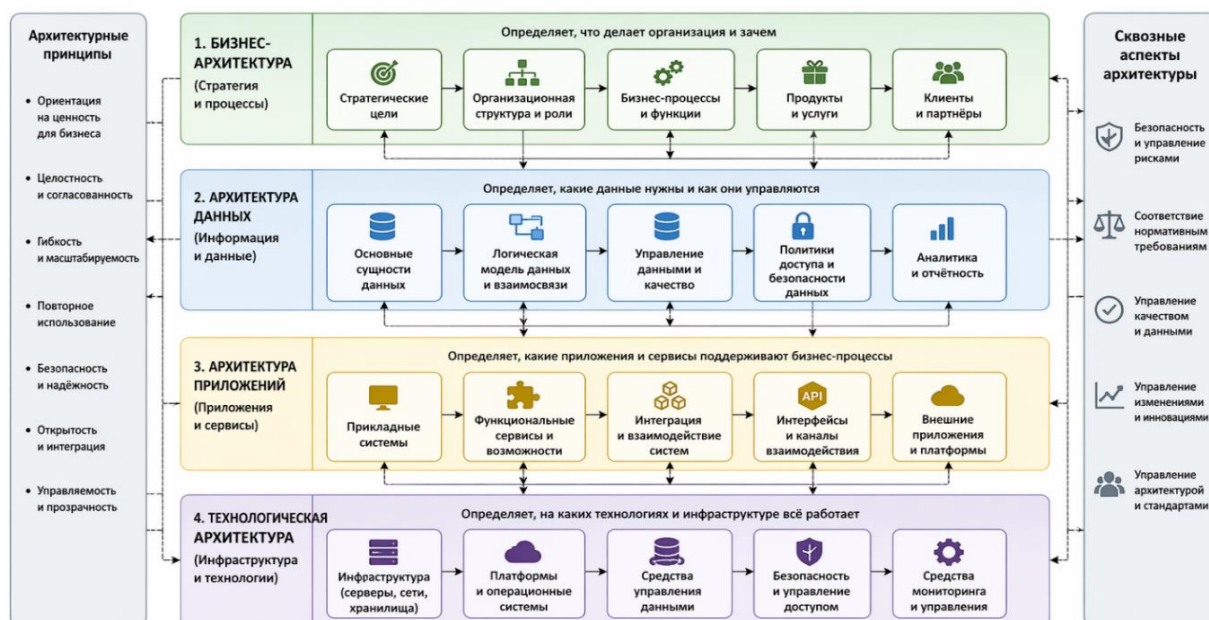


Рис. 1 – Концептуальная модель корпоративной архитектуры информационной системы

Источник: составлено автором на основе [1; 16]

Бизнес-архитектура (БА) является верхним и определяющим уровнем корпоративной архитектуры, на нем формируется логика создания ценности организацией и задаются требования к последующим архитектурным слоям.

Этот уровень в концептуальной модели корпоративной архитектуры отражает формализованное представление стратегии компании, ее бизнес-процессов, организационной структуры и ключевых функций, и в своей

совокупности обеспечивает согласование текущей деятельности организации с ее стратегическими целями [1].

В отличие от описаний, ориентированных на текущие процедуры, концептуальная модель бизнес-архитектуры концентрируется на сущностных элементах бизнеса – целях, функциях, процессах и ролях [4;18]. При изменении технологий и организационных решений, такой подход позволяет обеспечить устойчивость архитектурной модели.

Бизнес-архитектура помогает связать стратегию организации с операционной деятельностью. Когда она четко определена, организации проще стандартизировать процессы и интегрировать разные функциональные области [16].

Архитектура данных (АД) - описывает, какие данные являются критически значимыми, как они структурированы, где возникают и каким образом перемещаются между элементами системы.

Также она фиксирует правила хранения и использования данных. В отличие от прикладных или технологических описаний, архитектура данных задает сущностную модель информационных объектов и их взаимосвязей. За счет этого на уровне всей организации формируется единое понимание данных [1].

С точки зрения концептуального моделирования архитектура данных помогает выделить устойчивые *информационные сущности*, которые отражают предметную область предприятия. К таким сущностям относятся клиент, продукт, договор, транзакция, счет и другие объекты, формирующие информационное пространство организации. Важная задача архитектуры данных состоит в том, чтобы установить связи между этими сущностями и определить их атрибуты. Этот слой находится между бизнес-архитектурой и архитектурой приложений. Бизнес-процессы создают данные и задают их смысл, а приложения используют эти данные для автоматизации деятельности организации. Поэтому качество архитектуры данных влияет и на описание бизнеса, и на работу информационных систем. Архитектура данных переводит

бизнес-требования в требования к информационным системам и их интеграции [17].

Архитектура приложений (АП) показывает, какие информационные системы используются в организации и как они взаимодействуют между собой. Через этот слой бизнес-процессы получают программную поддержку, а данные начинают использоваться в конкретных операциях. В концептуальной модели АП связывает бизнес-архитектуру и архитектуру данных с программными решениями, которые выполняют обработку информации [1].

Поскольку современные организации работают внутри цифровых экосистем, где значительная часть взаимодействий выходит за пределами внутреннего ИТ-ландшафта, подобный элемент важен для архитектуры приложений. В ней нужно одновременно учитывать интеграцию, надежность, безопасность и скорость изменений. Если эти особенности отражены в концептуальной модели корпоративной архитектуры, управлять ИТ-ландшафтом компании проще, а цифровая трансформация получает более устойчивую основу.

Технологическая архитектура (ТА) представляет собой нижний уровень, отражающий инфраструктурный слой корпоративной архитектуры. На нем фиксируются технические средства и инфраструктурные решения, которые обеспечивают работу информационных систем организации. В концептуальной модели этот слой показывает, за счет какой технологической базы работают приложения и обрабатываются данные [17].

Здесь важны платформы, инфраструктурные компоненты и параметры ИТ-среды, поэтому технологическая архитектура сосредоточена на таких качествах как безопасность и надежность, производительность, масштабируемость. Этот слой создает технологическую основу, на которой функционируют все остальные архитектурные слои, обеспечивая их устойчивую и согласованную работу [1].

Слоевая модель хорошо описывает состав и логику взаимосвязи ее доменов, однако для целей проектирования, анализа текущего состояния и управления изменениями она недостаточна сама по себе, так как архитектура в практике организации существует не только как абстрактная многослойная

конструкция, но и как совокупность конкретных представлений и артефактов и требует их формализации, согласования, актуализации и использования в качестве основы для принятия архитектурных и управленческих решений.

2. *Артефактный подход.* Чтобы ИТ-ландшафт организации оставался управляемым, недостаточно только определить состав архитектурных слоев. Эти слои должны быть отражены в согласованных архитектурных артефактах, рассчитанных на разные группы заинтересованных сторон [1; 17].

Современные исследования в области ЕА показывают, что архитектура организации на практике существует не как одна универсальная схема, а скорее представлена совокупностью взаимосвязанных артефактов, описывающих разные аспекты предприятия и его информационной системы [10;11;14]. Именно через такие артефакты обеспечиваются формализация архитектурных решений, коммуникация между участниками архитектурной деятельности, а также возможность анализа текущего состояния и проектирования целевого состояния системы.

Сущность артефактного подхода состоит в том, что архитектурное описание строится как минимально достаточный набор артефактов, организованный вокруг трех оснований: заинтересованных сторон, их вопросов к системе и типов решений, которые необходимо принять.

В такой логике единицей архитектурной работы выступает не «слой» сам по себе, а артефакт, через которые архитектура становится наблюдаемой, сопоставимой и управляемой [14;17].

Содержательно архитектурный артефакт представляет собой материализованную форму архитектурного знания. В отличие от самой архитектуры как свойства системы, артефакт является способом ее описания, интерпретации и коммуникации. Архитектурные артефакты выполняют двойную функцию. Они представляют архитектуру в понятной форме и одновременно становятся основой для проектных, управленческих и технологических решений.

Состав таких артефактов зависит от целей архитектурной деятельности, круга заинтересованных сторон, уровня детализации и задач управления изменениями. В стандарте ISO/IEC/IEEE 42010 архитектурные описания строятся через определенные точки зрения и соответствующие им представления системы¹. Поэтому артефакты следует рассматривать как упорядоченную систему представлений, каждый элемент которой отвечает на конкретный вопрос о состоянии, устройстве или развитии архитектуры.

3. *Реконструкция архитектуры ИС (SAR - Software Architecture Reconstruction)*. Реверс-инжиниринг информационных систем представляет собой технологию анализа уже существующей системы с целью получения представлений более высокого уровня абстракции, чем непосредственная программная или инфраструктурная реализация. Реверс-инжиниринг можно определить как процесс анализа предметной системы для выявления ее компонентов, связей между ними и последующего представления системы в другой форме или на более высоком уровне абстракции [7;13]. Иными словами, если прямое проектирование движется от требований и моделей к реализации, то реверс-инжиниринг движется в обратном направлении: от фактически существующей реализации к пониманию ее структуры, логики и архитектурных зависимостей (рис. 2).

Реверс-инжиниринг стал самостоятельным направлением на рубеже 1980-1990-х гг.. На данном этапе программные системы усложнялись, унаследованных решений становилось больше, а проектные знания о них часто сохранялись только в уже созданном программном обеспечении. Сначала реверс-инжиниринг решал более узкие задачи, направленные на сопровождение, документирование и анализ программного кода. Затем его стали применять шире. Он начал использоваться для восстановления архитектуры, анализа зависимостей, реконструкции моделей данных, выявления интерфейсов, изучения поведения системы и поддержки модернизации сложных ИС [6;13]. Современное понимание реверс-инжиниринга — это комплексный процесс извлечения

¹ ISO/IEC/IEEE 42010:2022. Software, systems and enterprise — Architecture description. Geneva: ISO, 2022.

архитектурного знания из совокупности программных, интеграционных, эксплуатационных и организационных источников.



Рис. 2 – Логика получения архитектурных моделей при прямом проектировании и реверс-инжиниринге информационной системы

Источник: составлено автором на основе [7;9].

В данной случае ключевое значение имеет его более узкое направление - реконструкция архитектуры программного обеспечения (SAR). Под SAR понимается разновидность реверс-инжиниринга, направленная на восстановление архитектурных представлений существующей системы. Целью такого процесса является получение осмысленных архитектурных моделей: компонентов, сервисов, интерфейсов, потоков данных, технологических узлов и связей между ними [5;9]. В этом смысле SAR является технологическим продолжением артефактного подхода, поскольку она позволяет получить ландшафтные артефакты текущего состояния системы, необходимые для дальнейшего анализа согласованности и проектирования целевой архитектуры.

Использовать реверс-инжиниринг целесообразно в тех случаях, когда архитектурные описания отсутствуют, устарели, противоречат фактическому состоянию системы или недостаточны для принятия решений. Наиболее типичные ситуации применения включают модернизацию унаследованных систем, миграцию монолитной архитектуры к сервисной или микросервисной модели, переход к облачной или гибридной инфраструктуре, интеграцию с

внешними платформами, аудит информационной безопасности, анализ технического долга, подготовку к замене критической системы и проверку соответствия фактической реализации целевой архитектуре [12].

Для организации такие разрывы нельзя рассматривать только как технические дефекты. За ними могут стоять операционные риски, снижение надежности сервисов, более сложное внесение изменений и рост затрат на сопровождение. Поэтому выявленные технические разрывы нужно переводить на язык бизнес-последствий (рис. 3).



Рис. 3 – Преобразование результатов реверс-инжиниринга в оценку архитектурных рисков ИС

Источник: составлено автором на основе [7;9; 12].

Таким образом, реверс-инжиниринг следует рассматривать как технологию получения архитектурных моделей текущего состояния ИС. Его результатом становятся ландшафтные архитектурные артефакты: карта приложений, схема интеграций, модель потоков данных, модель развертывания, карта технологических зависимостей и представления, необходимые для анализа безопасности и надежности. Эти артефакты создают основу для проверки согласованности архитектуры, выявления архитектурных разрывов и последующего проектирования целевой модели.

Благодаря системному анализу корпоративной архитектуры через призму трех подходов можно понять, какие цифровые сервисы поддерживают бизнес-процессы, какие данные являются критичными, какие приложения дублируют функции, какие технологические зависимости создают дополнительные расходы и где возникают риски неэффективных проектных решений. Поэтому подобный подход получает экономическое содержание, потому что может использоваться как инструменты повышения управляемости затрат, рисков и ресурсов организации.

Слоевой подход показывает, как стратегические цели, бизнес-процессы, данные, приложения и технологическая инфраструктура участвуют в создании ценности, а значит становится возможным оценивать их вклад в качество клиентских сервисов, скорость вывода новых продуктов и рациональность использования ИТ-ресурсов.

Артефактный подход переводит архитектуру в плоскость управленческих объектов, которые становятся основой для анализа, планирования, контроля и принятия решений. Архитектурные артефакты позволяют протянуть связи между бизнес-инициативами, информационными системами, затратами на сопровождение, технологическими ограничениями и рисками изменений. Поэтому качество управленческих решений прямо пропорционально зависит от полноты и актуальности таких артефактов.

Управленческая ценность реверс-инжиниринга состоит в том, что он позволяет выявлять разрывы между тем, как система описана в документах, и тем, как она реально функционирует. Экономические последствия неактуальных архитектурных данных выражаются в дополнительных трудозатратах, поскольку требуют больше времени специалистов на выявление и устранение; инвестиционных ошибках, допущенных в ходе оценки влияния изменений; неоптимальности бизнес-процессов, так как часто присутствуют дублирование функциональности, накопление технического долга из-за чего наблюдается практически экспоненциальный рост затрат на сопровождение растущего ИТ-ландшафта.

Следовательно, экономико-управленческий эффект возникает на стыке трех подходов, и ярко проявляется в крупных организациях с высокой динамикой цифровых изменений. В этом случае, архитектура ИС становится не вспомогательной технической схемой, а инструментом экономического управления с широким функционалом и охватом потенциально решаемых проблем, таких как оценка последствий проектных решений, контроль технологических зависимостей, неэффективные расходы, архитектурные риски, поддержка согласованности между стратегическими целями и технологической базой компании.

Библиографический список:

1. Ланкхорст М. Архитектура предприятия на практике / М. Ланкхорст; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 432 с.
2. Матраева Л. В. Промышленные бизнес-модели в эпоху Индустрии 4.0: от технологии к ценности / Л. В. Матраева, Е. С. Васютина // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2025. – Т. 16, № 2. – С. 242-254. – DOI 10.18184/2079-4665.2025.16.2.242-254.
3. Росс Дж. У., Вейлл П., Робертсон Д. К. Корпоративная архитектура как стратегия: создание фундамента для исполнения бизнеса; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2010. – 304 с.
4. Ahmeti B. et al. Architecture Decision Records in Practice: An Action Research Study // Software Architecture. 2024.
5. Ahn H., Kang S., Lee S. Reconstruction of an execution architecture view by identifying mapping rules for connectors // Journal of Systems and Software.– 2025.–Vol. 220.–Article 112268.–DOI: 10.1016/j.jss.2024.112268.
6. Canfora G., Di Penta M. New Frontiers of Reverse Engineering // Future of Software Engineering (FOSE'07). – Minneapolis : IEEE Computer Society, 2007. – P. 326–341.
7. Chikofsky E. J., Cross J. H. Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy // IEEE Software. – 1990. – Vol. 7, № 1. – P. 13–17.

8. Digital Transformation of the Economy: Dividends and Threats / L. V. Matraeva, E. S. Vasiutina, N. A. Korolkova [et al.] // Cooperation and Sustainable Development : Conference proceedings, Moscow, 15–16 декабря 2020 года. Vol. 245. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – P. 19-26. – DOI 10.1007/978-3-030-77000-6_3. – EDN FKQZMW.
9. Ducasse S., Pollet D. Software Architecture Reconstruction: A Process-Oriented Taxonomy // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2009. – Vol. 35, № 4. – P. 573–591.
10. Fucci D., Palomba F., Bacchelli A. et al. When traceability goes awry: An industrial experience report // Journal of Systems and Software. – 2022. – Vol. 191. – Art. 111389.
11. Grave F., van de Wetering R., Kusters R. J. An integrative model of enterprise architecture value: a grounded theory study to position its artifacts // Journal of Enterprise Information Management. – 2024. – Vol. 37, № 3. – P. 1097–1116.
12. Guamán D., Pérez J., Díaz J., Cuesta C. E. Towards a Reference Process for Software Architecture Reconstruction // IET Software. – 2020. – Vol. 14, № 6. – P. 592–606.
13. Kirschner Y. R., Gstür M., Sağlam T., Weber S., Koziol A. Retriever: A View-Based Approach to Reverse Engineering Software Architecture Models // Journal of Systems and Software. – 2025. – Vol. 220. – Article 112277.
14. Kotusev S. Enterprise architecture and enterprise architecture artifacts // Journal of Information Technology. – 2019. Vol. 34. Iss. 2. – pp. 102–128
15. Pattij M., van de Wetering R., Kurnia S., Kotusev S. Enhanced digital transformation supporting capabilities through enterprise architecture management // Digital Business. – 2022. – Vol. 2, № 1.
16. Ross J. W., Beath C. M., Mocker M. Designed for Digital: How to Architect Your Business for Sustained Success. – Cambridge, MA: MIT Press, 2019. – 240 p.
17. The Open Group. The TOGAF® Standard, 10th Edition. Reading: The Open Group, 2022.

18. Wand Y., Weber R. Information Systems and Conceptual Modeling – A Research Agenda // Information Systems Research. – 2002. – Vol. 13, № 4. – P. 363–376.

References:

1. Lankhorst M. Architecture of the enterprise in practice / M. Lankhorst; translated from English – M.: Alpina Publisher, 2017. – 432 p.

2. Matraeva L. V. Industrial business models in the era of Industry 4.0: from technology to value / L. V. Matraeva, E. S. Vasyutina // MIR (Modernization. Innovation. Development). – 2025. – Vol. 16, № 2. – pp. 242-254. – DOI 10.18184/2079-4665.2025.16.2.242-254.

3. Ross J. W., Weill P., Robertson D. K. Corporate architecture as a strategy: creating a foundation for business execution; translated from English – Moscow: Alpina Publisher, 2010. – 304 p .

4. Ahmeti B. et al. Architecture Decision Records in Practice: An Action Research Study // Software Architecture. 2024.

5. Ahn H., Kang S., Lee S. Reconstruction of an execution architecture view by identifying mapping rules for connectors // Journal of Systems and Software.–2025.– Vol. 220.–Article 112268.–DOI: 10.1016/j.jss.2024.112268.

6. Canfora G., Di Penta M. New Frontiers of Reverse Engineering // Future of Software Engineering (FOSE'07). – Minneapolis : IEEE Computer Society, 2007. – P. 326–341.

7. Chikofsky E. J., Cross J. H. Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy // IEEE Software. – 1990. – Vol. 7, № 1. – P. 13–17.

8. Digital Transformation of the Economy: Dividends and Threats / L. V. Matraeva, E. S. Vasiutina, N. A. Korolkova [et al.] // Cooperation and Sustainable Development : Conference proceedings, Moscow, 15–16 декабря 2020 года. Vol. 245. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – P. 19-26. – DOI 10.1007/978-3-030-77000-6_3. – EDN FKQZMW.

9. Ducasse S., Pollet D. Software Architecture Reconstruction: A Process-Oriented Taxonomy // IEEE Transactions on Software Engineering. – 2009. – Vol. 35, № 4. – P. 573–591.
10. Fucci D., Palomba F., Bacchelli A. et al. When traceability goes awry: An industrial experience report // Journal of Systems and Software. – 2022. – Vol. 191. – Art. 111389.
11. Grave F., van de Wetering R., Kusters R. J. An integrative model of enterprise architecture value: a grounded theory study to position its artifacts // Journal of Enterprise Information Management. – 2024. – Vol. 37, № 3. – P. 1097–1116.
12. Guamán D., Pérez J., Díaz J., Cuesta C. E. Towards a Reference Process for Software Architecture Reconstruction // IET Software. – 2020. – Vol. 14, № 6. – P. 592–606.
13. Kirschner Y. R., Gstür M., Sağlam T., Weber S., Koziol A. Retriever: A View-Based Approach to Reverse Engineering Software Architecture Models // Journal of Systems and Software. – 2025. – Vol. 220. – Article 112277.
14. Kotusev S. Enterprise architecture and enterprise architecture artifacts // Journal of Information Technology. – 2019. Vol. 34. Iss. 2. – pp. 102–128
15. Pattij M., van de Wetering R., Kurnia S., Kotusev S. Enhanced digital transformation supporting capabilities through enterprise architecture management // Digital Business. – 2022. – Vol. 2, № 1.
16. Ross J. W., Beath C. M., Mocker M. Designed for Digital: How to Architect Your Business for Sustained Success. – Cambridge, MA: MIT Press, 2019. – 240 p.
17. The Open Group. The TOGAF® Standard, 10th Edition. Reading: The Open Group, 2022.
18. Wand Y., Weber R. Information Systems and Conceptual Modeling – A Research Agenda // Information Systems Research. – 2002. – Vol. 13, № 4. – P. 363–376.