

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 303.732

doi:10.18720/SPBPU/2/id20-257

Волкова Виолетта Николаевна¹,

д-р экон. наук, профессор;

Леонова Алла Евгеньевна²,

начальник Научно-методологического управления;

Логинова Александра Викторовна³,

канд. экон. наук, доцент;

Романова Елена Владимировна⁴,

ст. преподаватель;

Широкова Светлана Владимировна⁵,

канд. техн. наук, доцент

АРХИТЕКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ? ИНЖИНИРИНГ? ИЛИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЙ КОМПЛЕКС?

^{1, 3, 5} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия,

¹ violetta_volkova@list.ru, ³ alexandra-lo@yandex.ru, ⁵ swchirokov@mail.ru

² АО «НИЦЭВТ», Москва, Россия, alla.leonova.nicevt.ru

⁴ Московский институт радиотехники, электроники, автоматики —
Российский технологический университет,
Москва, Россия, porabot@inbox.ru

Аннотация. В статье проводится краткий анализ развития концепций и терминов, применяемых при развитии автоматизации производства и управления предприятием. Делается вывод о предпочтительности термина «информационно-управляющий комплекс» предприятия и полезности использования при этом различных концепций.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, архитектура предприятия, инжиниринг, информационно-управляющий комплекс.

Violetta N. Volkova¹,

Doctor of Economics, Professor;

Alla E. Leonova²,

Chief of Scientific-methodological department;

Aleksandra V. Loginova³,

Candidate of Economic Sciences, Associate professor;

Elena V. Romanova⁴,

Senior Lecturer;

Svetlana V. Shirokova⁵,

Candidate of Technical Sciences, Associate professor

ENTERPRISE ARCHITECTURE? ENGINEERING? OR INFORMATION AND CONTROL COMPLEX?

^{1, 3, 5} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia,

¹ violetta_volkova@list.ru, ³ alexandra-lo@yandex.ru, ⁵ swchirokov@mail.ru

² АО «NICEVT», Moscow, Russia,
alla.leonova.nicevt.ru

⁴ MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia,
porabot@inbox.ru

Abstract. The article provides a brief analysis of the development of concepts and terms used in the development of production automation and enterprise management. The conclusion is made about the preferability of the term "information management complex" of the enterprise and the usefulness of using various concepts in this case.

Keywords: automated control system, enterprise architecture, engineering, information-control complex.

Введение

На протяжении развития автоматизации информационного обеспечения управления предприятиями по мере возникновения новых технологий изменялась терминология, виды информационных систем, стандарты, регламентирующие их разработку и функционирование.

В начальный период автоматизации управления применялись следующие термины: системы обработки данных (СОД); базы данных (БД); автоматизированные системы управления и автоматизированные информационные системы (АСУ и АИС), общегосударственная автоматизированная система (ОГАС), автоматизированные системы научно-технической информации (АСНТИ), информационно-поисковая система (ИПС) и др.

В связи с политическими и экономическими преобразованиями 1990-1991 гг., вплоть до 1999 г., в основном приобретались зарубежные локальные или развивались отечественные информационные системы (ИС) по отдельным видам деятельности организаций (бухгалтерские, кадровые и т. п.), создавались отдельные страницы информации в сети Интернет). Но затем осознается, что для управления организацией необходимо объединение автоматизированных информационных систем, разрабатываемых по отдельным функциям и видам деятельности системы управления в единую систему. Возникает концепция архитектуры предприятия. При активизации разработки и внедрения инноваций возрождается интерес к первоначальному пониманию термина инжиниринг.

Разнообразие терминов усложняет организацию работ по автоматизации управления предприятием. Поэтому целесообразно

провести сравнительный анализ полезности этих терминов для конкретных организаций с учетом их возникновения и современной трактовки.

1. Развитие автоматизированного информационного обеспечения управления предприятиями

Начиная с 1960-х гг. в истории развития информационных систем нашей страны относительно независимо сформировались два направления:

1) разработка автоматизированных информационных систем как первой очереди автоматизированных систем управления (АСУ);

2) разработка автоматизированных систем научно-технической информации (АСНТИ).

Была разработана классификация АСУ, ориентированная на разные уровни управления предприятиями, включая их структурные подразделения, отраслями и государством в целом. Разрабатываемые отраслевые АСУ (ОАСУ), региональные или территориальные АСУ (РАСУ, ТАСУ) и АСУ предприятий (АСУП) предполагалось объединить в Общегосударственную автоматизированную систему (ОГАС) для сбора, хранения и поиска информации. Для управления разработками автоматизированных систем были подготовлены и изданы соответствующие руководящие методические материалы [1], в которых были введены понятия функциональной части (ФЧ), формируемой на основе анализа целей и функций предприятия, и обеспечивающей части (ОЧ), включающей информационное, техническое, программное и др. виды обеспечения АСУ. Структура функциональной части вначале разрабатывалась в форме древовидной иерархии, затем по мере увеличения числа подсистем – в виде матричной структуры, а на Волжском автомобильный завод (АвтоВАЗ), который не мог работать без автоматизации, в 1986 г. была сформирована многоуровневая структура ФЧ в виде страт (см. подробнее в [2, 3]).

В 1990-е гг., когда стал активно развиваться информационный рынок программных продуктов, на основе новых информационных технологий (ИТ или ИТ-технологии) развиваются предметно-ориентированные, корпоративные информационные системы (ПОИС и КИС) – системы, обеспечивающие реализацию процессного подхода к управлению предприятием. Наиболее развитые автоматизированные информационные системы, обеспечивающие внутреннюю деятельность предприятий массового производства, включают (см., например, [4]):

$$IIS = \langle ERP, MRP, MRPII, MES, PDM \rangle, \quad (1)$$

где *ERP* – Enterprise Resource Planning; *MRP* – Material Requirements Planning; *MRPII* – Manufacturing Resource Planning; *MES* – Manufacturing

Execution System; *PDM* – Product Data Management, обеспечивающие управление данными для сопровождения всех основных этапов производства конкретного технического продукта.

Рассмотренные системы ориентированы в основном на предприятие с серийным и массовым производством. На промышленных предприятиях с единичным и мелкосерийным производством для информационного обеспечения управления используются системы PDM (Product Data Management), развиваемые в PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом изделия).

2. Концепция архитектуры предприятия

Для упорядочения средств автоматизации различных сфер и функций предприятия за рубежом в 1987 г. возникла концепция «архитектура предприятия», которая была впервые представлена в статье Дж. А. Захмана «Структура архитектуры информационных систем», опубликованной в журнале «IBM Systems Journal» [6]. Идея Захмана заключалась в том, что для обеспечения высокой ценности и гибкости бизнеса необходим целостный подход, в рамках которого каждая существенная проблема рассматривается с разных точек зрения. Такой подход к созданию архитектуры систем представляет собой то, что Захман изначально называл архитектурной структурой информационных систем, а впоследствии – структурой архитектуры предприятия. Модель представляется в виде двумерной матрицы, имеющей пять строк и шесть столбцов. По столбцам матрицы разнесены основные аспекты деятельности (объекты – «что», действия – «как», местоположения – «где», люди – «кто», время – «когда» и мотивы – «почему»); по строкам – различные описания системы с точки зрения бизнес-руководителей, менеджеров и разработчиков.

В России в 1996–1997 гг. Е.З. Зиндер предложил «3D –модель» предприятия [7, 8]. В модели введена ось времени, где располагаются интервалы осуществления различных проектов и стадий развития ИС и всего предприятия. В качестве других осей выступает матрица Захмана: 1) ось уровня проектирования и использования ИС; 2) ось раздела обеспечения и аспекта работы ИС; 3) ось времени, в котором развивается предприятие и его ИС. Характер расположения архитектурных компонент ИС в третьем измерении отличается большим разнообразием, поскольку процессы трансформации предприятия идут параллельно и итерационно.

Эту модель можно считать основой многомерных структур.

Активное развитие концепция архитектуры получила после того, как идеи Дж. Захмана были использованы при разработке ИС Министерства обороны США. Эта попытка была предпринята в 1994 г. Концепция получила название «Базовая архитектура технического

обеспечения для управления информацией» (Technical Architecture Framework for Information Management – TAFIM). Конгресс США в 1996 г. принял закон, известный как акт Клингера–Коэна, который определил реформу управления информационными технологиями. Всем федеральным агентствам было предписано принять меры по повышению эффективности инвестиций в информационные технологии (ИТ). Для надзора за выполнением закона был сформирован совет директоров по информационным технологиям, функции которого были в 2002 г. переданы Административно-бюджетному управлению. С этого периода началось активное развитие идеи архитектуры предприятий и организаций: разработаны структура архитектуры федеральной организации (Federal Enterprise Architecture Framework – FEAF) и TOGAF (The Open Group Architectural Framework). В 2003 г. Министерством Обороны США была разработана DoDAF (Department of Defence Architecture Framework). С 2005 г. архитектуры предприятий стали разрабатывать ФБР, Министерство обороны, Министерство национальной безопасности и НАСА. В 2005 г. доминировать стала группа Gartner. Краткая характеристика истории развития концепции архитектуры предприятия приведена, например, в [3, 4].

Для объединения разнообразных баз данных, используемых для управления предприятием, введены понятия архитектуры предприятия, архитектуры приложений, архитектуры данных, технологической архитектуры, что позволяет кратко охарактеризовать структуры различных страт многоуровневой ИС – страты данных, программных приложений, клиент-серверов, технологической страты, ИС предприятия в целом (архитектура предприятия).

Термин «архитектура» рассматривают с двух точек зрения, которые дополняют друг друга: а) архитектура как описание, статическая модель некоторой сложной системы; б) архитектура как процесс, набор руководств и правил, которые определяют построение новых подсистем сложной системы, её развитие (концепция Gartner Group).

Разработаны стандарты ISO 14258:1998 (с изменениями от 2000 г.) и ISO 15704:2000. В приложении к стандарту ISO 15704:2000 приведена модель GERAM (Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology) – обобщённая стандартная архитектура предприятия и методологии, разработанная целевой группой IFIP/IFAC по архитектурам интеграции предприятия.

В России по плану Минкомсвязи и НИИ «Восход» в 2020 году планируется проведение унификации методик и инструментов создания государственных цифровых платформ и ИТ-систем и создание Единой технологической архитектуры информационных систем органов исполнительной власти (ЕТА ИС ОИВ РФ). Данный план был введен

после состоявшегося в конце мая 2019 г. заседания Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности [8].

3. Концепция инжиниринга

Основой инжиниринга считается инженерное дело, истоки которого восходят к мифологической эпохе [9 – 11]. Самым известным инженером Античности считается Архимед, благодаря изобретениям которого инженерное дело связано с техническим прогрессом. Древнегреческий философ Аристотель вкладывал в термин «техника» значение искусства производить вещи, усматривал различие между техникой и наукой в том, что техника направлена не на познание сущности вещей, а на их создание. Но Архимед и его последователи использовали знания того времени: арифметику, геометрию, физику, т. е. научное знание.

Термин «инжиниринг» (от лат. *ingenium* – изобретательность, выдумка, знания) возник в XVI в., а в XVII в. инженерное дело начало формироваться в отдельную профессию. Начали применяться масштабные чертежи, которые помогают сохранить целостность представления об изделии и увидеть роль и место этой детали в изделии. Активизации инженерного творчества способствовали развитие фабричной промышленности и введение патентной системы. Дальнейшее развитие приводит к соединению инженерного дела с научным прогрессом, с технологическими инновациями [9 – 11].

Анализ понятия «инжиниринг» показывает, что этот вид деятельности находится где-то между наукой и производством. Инжиниринговая деятельность – это не сфера проектирования, конструирования, программирования, способов выполнения других этапов, а сфера организации проектирования, конструирования, программирования, т. е. инжиниринг, представляет собой надстройку над проектно-конструкторской деятельностью, позволяя приблизить результаты инженерной деятельности к их непосредственному воплощению, сократить и ускорить путь от замысла до его фактической реализации. Это не отдельная сфера деятельности, а особое сочетание известных видов деятельности, позволяющее получить новый, синергетический, результат, эмерджентность.

Инжиниринг включает все этапы жизненного цикла создания изделия, выполнения заказа – от замысла до реализации и сопровождения, включая доставку, надзор за монтажом, приемку состояния и авторский надзор при необходимости. Например: проведение предварительных исследований, разработку инноваций, проектирование новой техники и технологии, подготовку технико-экономического обоснования, выполнение проектно-исследовательских

работ, разработку рекомендаций по подготовке, организации и обслуживанию процесса производства, разработку рекомендаций по эксплуатации оборудования и т. п.

Исходно на предприятиях инжиниринговую деятельность (хотя в Советском Союзе зарубежный термин «инжиниринг» не использовался) обеспечивала служба главного инженера, которая координировала не только отделы главного конструктора, главного технолога, главного механика и др. подразделений, в функции которых входит управление обеспечением производственной деятельности, но и подразделения типа бюро изобретений и открытий, помогающее в организации рационализаторской и изобретательской деятельности, а в последующем – специальные конструкторские бюро типа «КБ С.П. Королева» в космической промышленности, или в производственные объединения включали научно-исследовательские институты, которые должны были дополнить поддержку полного жизненного цикла инжиниринговой деятельности – от изобретений инновационной продукции (новых видов изделий или их блоков), инновационных технологий, обеспечивающих развитие предприятий и организаций, до воплощения инноваций и их сопровождения.

Процесс поддержки создания сложных изделий – включая путь от замысла до реализации и сопровождения, – может представлять собой не однонаправленный, а сложный граф с ответвлениями на заказ или приобретение по тендерам комплектующих, распределения работ с учетом специализации и кооперирования не только подразделений, но даже отдельных предприятий. При этом каждый этап можно также структурировать, определяя подэтапы от организации исследований до обеспечения подэтапов проектирования, программирования и т. п.

Каждый этап полного жизненного цикла – сложный процесс. В частности, конструкторско-технологическая деятельность поддерживается многоуровневой системой чертежей разного вида (общие блок-схемы, принципиальные схемы, проекции изделий и т. п.) и нормативно-технической документации. Для реализации этих работ необходимы знания технических дисциплин (механики, теории надежности, системотехники), дисциплин менеджмента (проектный менеджмент, менеджмент качества, экологии и безопасности, менеджмент кадровых ресурсов), экономических и юридических дисциплин.

Это послужило основой реализации инжиниринга в форме консультативной деятельности по отдельным направлениям, требуемым для выполнения этапов и подэтапов проекта. Такая практика возникла в XVIII веке, когда инжиниринг превратился в профессиональную деятельность и отдельную дисциплину. Появились профессиональные

ассоциации и школы инженерного искусства. Созданы стандарты [12, 13], в которых инжиниринг трактуется как технические консультационные услуги, связанные с разработкой и подготовкой производственного процесса и обеспечением процесса производства и реализации продукции.

Эта форма инжиниринга широко применяется в современной практике. Существуют специализированные центры инжиниринга, занимающиеся в основном автоматизированной поддержкой этапов жизненного цикла разработки и внедрения инноваций, профессиональные сообщества и ассоциации, объединяющие инженеров из различных стран.

В среде специалистов существуют различные точки зрения и на содержание инжиниринговой деятельности, и на само понятие «инжиниринг». Содержание понятия «инжиниринг» непрерывно расширяется, включая в себя сферы, все более отдаленные от классической инженерной деятельности. Можно предположить, что и в дальнейшем содержание, направления, виды, формы, методы инжиниринговой деятельности будут расширяться. Поэтому предлагается исследовать сущность этого понятия с использованием теории систем.

4. Обоснование роли концепции инжиниринга для развития открытой системы с активными элементами

На основе своих исследований бельгийский биолог Л. фон Бергаланфи [14 и др.] обнаружил, что в открытых системах, в отличие от закрытых (изолированных от окружающей среды), проявляются термодинамические законы, которые противоречат второму закону термодинамики. В соответствии с концепцией Л. фон Бергаланфи «... вполне возможно введение негэнтропии», т. е. уменьшение энтропии; и «... такие системы могут поддерживать свой высокий уровень и даже развиваться в направлении увеличения порядка сложности» [14, с. 42].

Л. фон Бергаланфи объяснял негэнтропийные тенденции главным образом открытостью системы. Дальнейшие исследования процессов развития позволили понять, что развитие происходит не только благодаря открытости системы, но и благодаря активным элементам, которые инициируют инновации.

Исследования российского ученого, венгра по происхождению, Э. Бауэра позволили глубже понять процессы развития. Э. Бауэр исследовал закономерность принципиальной неравновесности живых систем – одну из ключевых для понимания развития живых систем закономерностей. Принципиальная неравновесность живых систем подразумевает их стремление поддерживать устойчивый дисбаланс и использовать энергию для поддержания себя в неравновесном состоянии.

Э. Бауэр объясняет это тем, что все структуры живых клеток на молекулярном уровне предварительно заряжены «лишней», избыточной энергией по сравнению с неживой молекулой, и организм получает внешнюю энергию не для работы, а для поддержания себя в неравновесном состоянии [15].

Если рассматривать организацию как «живую систему», то подход Э. Бауэра согласуется с понятием «инжиниринг» в первоначальном смысле этого термина (от лат. *ingenium* – изобретательность, изобретение, знание). Так, в Оксфордском словаре инжиниринг интерпретируется как деятельность по применению научных знаний для проектирования, строительства, управления машинами и установками, т. е. инжиниринг – это, прежде всего, инженерная деятельность, основанная на научных знаниях.

С учетом исследований Э. Бауэра, для развития любой организации (предприятия, территориального объединения и т. п.) в ней должно быть подобие живой клетки, которая накапливает энергию/информацию для того, чтобы изобретать инновации, обеспечивающие развитие организации. На основе этого можно сделать вывод о том, что для развития организации инжиниринговые задачи должны решаться коллективами квалифицированных профессионалов, специализирующимися в соответствующих видах профессиональной деятельности. А для управления этой деятельностью необходима координация соответствующих подразделений или организаций, выполняющих эти работы.

Такая координация требует создания системы информационной поддержки на всех этапах жизненного цикла деятельности, для обеспечения которой применяется концепция инжиниринга, т. е. необходимо создание единого информационно-управляющего комплекса, включающего программное обеспечение инженерно-конструкторской деятельности, сопроводительную нормативно-методическую, нормативно-техническую, организационно-распорядительную документацию. Поэтому для организаций недостаточно использовать консультативные услуги специализированных организаций, а необходимо разрабатывать и применять исходную форму инжиниринга.

Такая форма представляет собой конструкторско-технологическую и нормативно-техническую поддержку всего жизненного цикла – от изобретения инновации или получения заказа, до её научно-исследовательской, конструкторской, технологической, производственной реализации и сдачи заказчику. Для обеспечения такой поддержки необходимо создание автоматизированного информационно-управляющего комплекса (ИУК) предприятия, реализующего концепцию инжиниринга. Подобный информационный комплекс обеспечивает

необходимую координацию всех этапов жизненного цикла инновационного процесса, для сопровождения которого используется идея инжиниринга.

При создании ИУК полезно использовать идеи архитектуры предприятия и идеологии системы PLM, необходимо предусмотреть обеспечение научно-технической информацией подразделения – «живой клетки», которая в соответствии с концепцией Э. Бауэра накапливает энергию/информацию для того, чтобы изобретать инновации, обеспечивающие развитие организации. Для помощи в принятии решений следует предусмотреть возможность включения в такой ИУК моделей, помогающих в принятии решений по анализу и выбору инноваций (например, [16, 17]). Необходимо также создание среды, которая обеспечивала бы взаимосвязь в информационном пространстве и доступ к информации лиц, использующих ее на соответствующих этапах жизненного цикла. Основой такой среды может быть интеллектуальная система представление знаний типа предлагаемой в [18].

Развитие подобной системы и координация инжинирировочных работ на предприятии должны входить в функции соответствующего подразделения, занимающегося организацией стратегического развития предприятия (организации).

Заключение

Анализ концепций и терминов, применяемых при создании автоматизированной информационной поддержки процессов производства и управления предприятием позволяет сделать некоторые выводы.

Термины АСУ, ОГАС, ГАСНИ и т. п., определявшие конечные желаемые цели автоматизации управления предприятиями и организациями в условиях централизованного управления этими работами, слишком опередили возможности технологий, существовавших для создания таких систем в тот период.

Опыт создания и применения программных продуктов по отдельным видам деятельности (также называемых автоматизированными/информационными системами – бухгалтерскими, кадровыми и т. п.), ПОИС и КИС решают проблему обеспечения бизнес-процессов малых и средних фирм.

Однако для крупных предприятий и организаций необходимы другие формы интегрированного информационного обеспечения.

Концепция архитектуры предприятия позволила создать гигантские многоаспектные информационные базы. Несмотря на то, что в соответствии с концепцией Gartner Group архитектура рассматривается не только как статическая модель сложной системы, но и как процесс, набор руководств и правил, которые определяют построение новых подсистем, т. е. развитие системы, эта концепция все же не ориентирует

на информационное сопровождение процессов создания и реализации инноваций. Возможно, поэтому в последнее время возрождается интерес к концепции инжиниринга, в том числе у автора архитектурной концепции 3D-предприятия [19].

Разработки концепции инжиниринга на основе концепции открытой системы Л. фон Берталанфи и изучение особенностей этой системы в работах Э. Бауэра позволяют обосновать роль инжиниринга как инновационной технологии для разработки систем информационной поддержки управления развитием предприятий, территориальных комплексов и других организаций. Предлагаемый подход к разработке организационной реализации концепции инжиниринга основан на автоматизации информационного обеспечения на всех этапах жизненного цикла производства и организационного управления предприятиями на основе создания информационно-управляющего комплекса. При разработке структуры такого ИУК полезно использовать концепцию архитектуры предприятия и идеологию систем PLM.

Список литературы

1. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями (АСУП). М.: Статистика, 1977. 284 с.
2. Тихонов В.И., Авдийский В.Н., Волкова В.Н., Старовойтова М.И. Совершенствование структуры функциональной части АСУ автомобильным производством. Тольятти: Филиал ЦНИИТЭИ Автопрома, 1988. 72 с.
3. Волкова В.Н. Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум. М.: Изд-во Юрайт, 2017. 432 с.
4. Информационные системы в экономике: учебник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Юрьева. М.: Изд-во «Юрайт», 2016. 402 с.
5. Захман Дж.А. Структура архитектуры информационных систем // IBM Systems Journal. 1987. Том 26. № 3.
6. Зиндер Е.З. Новое системное проектирование: информационные технологии и системное проектирование // СУБД. 1995. № 4. 1996 №№ 1, 2.
7. Зиндер Е.З. «3D-предприятие» – модель трансформирующейся системы // Директор информационной службы. 2000. № 4.
8. Зиндер Е.З. Электронное правительство Москвы: анализ динамики развития // Информационное общество. 2006. № 2–3. С. 59–75.
9. Стровский Л.Е. и др. Инжиниринг // Международные экономические отношения / Под редакцией проф. Л.Е. Стровского. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. С. 102–104.
10. Большой юридический словарь / Под ред. А.Я. Сухарева. 3-е изд., перераб. и допол. М.: ИНФРА-М, 2006. 858 с.
11. Брокгауз Ф.А., Ефрон И.А. Энциклопедический словарь / Под ред. И.Е. Андреевского. Том 33 (65). СПб.: Типография Акц. Общ. «Издательское дело», Бокгауз-Ефрон, 1901.
12. ГОСТ Р 57306-2016 Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга [Электронный ресурс.] URL: docs.cntd.ru/document/437092138 (дата обращения: 06.06.2020).
13. ISO/IEC 15288: (IEEE Std 15288–2008) Systems and Software Engineering – System Life Cycle Processes. International Organization for Standardization, 2008.

14. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.

15. Бауэр Э. Теоретическая биология. М. Л.: Изд. ВИЭМ, 1935. 206 с.

16. Волкова В.Н., Логинова А.В., Леонова А.Е., Черный Ю.Ю. Подход к сравнительному анализу и выбору технологических инноваций третьей и четвертой промышленных революций // Сборник докладов XXI Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2018). 23–25 мая 2018 г., Санкт-Петербург. В 2-х т. Т. 2. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». С. 373-376.

17. Волкова В.Н., Кудрявцева А.С. Модели для управления инновационной деятельностью промышленного предприятия [Электронный ресурс.] // Открытое образование. 2018. 22(4). С. 64-73. URL: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-4-64-73> (дата обращения: 06.06.2020).

18. Кузин Е.С. Представление знаний и решение информационно-сложных задач в компьютерных системах: монография. М.: Новые технологии, 2004. 32 с.

19. Zinder E.Z. Values-directed enterprise engineering // Business Informatics. 2018. № 3 (45). P. 7–19.

УДК 591.711

doi:10.18720/SPBPU/2/id20-258

Катермина Татьяна Сергеевна,
канд. техн. наук, доцент

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ
ЛИНГВО-КОМБИНАТОРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
М. Б. ИГНАТЬЕВА**

Нижевартовский государственный университет,
Нижевартовск, Россия,
nggu-lib@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена основам теории лингво-комбинаторного моделирования, метода избыточных переменных профессора Михаила Борисовича Игнатъева, ушедшего из жизни в 2019 году.

Ключевые слова: сложные системы, лингво-комбинаторное моделирование, управление, избыточность, прогнозирование.

Tatiana S. Katermina,
Candidate of Technical Sciences, Associate professor

**BASIC PROVISIONS OF M. B. IGNATIEV'S LINGUO-
COMBINATORY MODELING THEORY**

Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia,
nggu-lib@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the basics of the theory of linguo-combinatorial modeling, the method of redundant variables of the professor Michail B. Ignatiev.

Keywords: complex systems, linguistic-combinatorial modeling, control, redundancy, forecasting.