

**Селиванов А. И.**

*магистр экономических наук,  
преподаватель кафедры экономической информатики  
Белорусского государственного экономического университета*

**Литвинец В. И.**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры экономической информатики  
Белорусского государственного экономического университета*

**Selivanov A. I.**

*Master of Economic Sciences  
Lecturer of Economic Informatics Department  
Belarussian State Economic University*

**Litvinets V. I.**

*Candidate of Technical Sciences  
Assistant Professor of Economic Informatics Department  
Belarussian State Economic University*

## **АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ IV ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

**Аннотация.** В статье предложена архитектура системы поддержки принятия управленческих решений в обеспечении концепции ERP. Функционал основных модулей КИС органично дополнен передовыми технологиями концепции Industry 4.0 – IoT, облачных вычислений и технологий, 3D-печати и виртуальной реальностью. В целях организации процесса бюджетирования проекта предложена аналитическая структура финансирования и сопровождения процессов.

**Ключевые слова:** Система поддержки принятия управленческих решений, ERP, концепция Индустрия 4.0, интернет вещей, облачные технологии, 3D-печать, виртуальная реальность, метод бюджетирования.

**Постановка проблемы.** В постиндустриальной экономике успешность деятельности компании во многом зависит от оперативности оценки и грамотного реагирования на изменения рыночной среды. Внедрение и использование систем поддержки принятия управленческих решений (СППУР) дает возможность выработать аналитическую модель, которая в сочетании с функциями контроллинга позволяет успешно решать задачи как оперативного управления, так и стратегического развития предприятия. Вместе с тем существующие на предприятиях информационные системы поддержки принятия управленческих решений в подавляющем большинстве случаев не создают необходимых условий для роста эффективности экономической деятельности предприятий. Рассмотрим некоторые причины, наиболее часто интерпретируемые при отсутствии денежных инвестиций как «объективные» обстоятельства.

1. Смешанный документооборот. Некоторые бизнес-процессы традиционно ведутся при помощи бумажных носителей. Происходят дополнительные итерации на стыках, что приводит к механическому искажению данных либо к их полной утрате.

2. Лоскутная автоматизация. Множество разобренных систем покрывают отдельные составные части деятельности компании.

3. Слабая автоматизация логистических производственных отношений. Невозможность в режиме реального времени определить местоположение и состояние интеллектуальной или изготавливаемой продукции. Ручной мониторинг положения дел, состояния оборудования.

4. Существующие информационные системы различных классов, представленные на рынке ключевыми вендорами – SAP, 1C, Oracle, «Галактика» и другими, во

многим не учитывают специфику и положение дел на отечественных предприятиях машиностроения.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Весомый вклад в развитие технологий и методик управленческих систем внесли такие известные ученые, как Х.Д. Хауштайн, М.С. Хлытчиев, Е.А. Краснобаев, в области разработки систем поддержки принятия решений примечательны работы Б.А. Железко, однако они не учитывают последние изменения и инновации в области информатизации и технологий в промышленности и прочих технологических сферах.

**Цель метода** – повышение эффективности деятельности предприятия, информационная поддержка и координация функций, создание продуктивной инфраструктуры организации.

**Задачи методологии** – создание оптимальной, современной и доступной модели СППУР с элементами технологии Индустрия 4.0, контроллинг экономико-технологических процессов и показателей компании, подготовка и информационная поддержка пользователей СППУР.

**Результаты исследования.** Модифицируя архитектуру КИС, план в ПК «Галактика», 1С/Предприятие или SAP ERP, крайне важно обеспечить эффективное интегрирование и сопровождение всех компонентов модульной структуры применяемого программного комплекса. Предлагаемая концепция СППУР на данный момент определена требованиями и ситуацией в сфере машиностроительного производства, а также в структуре стратегически эффективного управления предприятием.

В первую очередь это дополнение программных модулей системы **облачными технологиями**, которые позволят существенно снизить стоимость владения ПО, сократить затраты на содержание ИТ-инфраструктуры, а также

поддержат высокий уровень работоспособности и безопасности. При этом предприятие получит возможность использовать весь функционал СППР-системы, повышая вариативность сценариев автоматизации бизнес-процессов и качество сопровождения технологического менеджмента. Следует отметить, что облачные системы будут избавлены от проблем с актуализацией рабочих версий, так как они регулярно обновляются поставщиками информационных услуг. Актуальным будет и вопрос долгосрочной экономии средств, со временем лишь увеличивающийся и становящийся кардинальным. Согласно результатам исследования компании Oracle [1], для компаний со штатом в 100 человек совокупная стоимость владения (TCO) облачными ERP-системами за 4 года оказывается на 50% ниже стоимости владения локальными ERP-системами.

Технология **промышленного интернета вещей (IoT)** создавалась десятилетиями и заключается в следующем [2, с. 151–157]: первоначально созданные человеко-машинные интерфейсы обеспечивают автоматизированное сопровождение процессов – устанавливаются датчики, исполнительные механизмы, контроллеры на ключевые части оборудования, после чего осуществляется сбор информации для приобретения объективных и точных данных о состоянии предприятия. Обработанные данные доставляются в ключевые отделы предприятия, что помогает наладить взаимодействие между сотрудниками разных подразделений, создать эффективные алгоритмы обращения информации и принимать обоснованные решения.

В рамках СППУР комплекс IoT будет использован по следующему ряду направлений:

- контроллинг процессов производственной логистики – оперативный учет движения продукции и материалов, что позволит регламентировать сроки и отслеживать текущую загрузку производства в целом, а также в специфических технологических потоках;

- мониторинг состояния основных средств (ОС) – благодаря внедрению ряда индикаторов станет возможно не только оперативно реагировать, но и предотвращать сбои режима оборудования, сокращая время простоя, снижая материальные и временные затраты на текущий и плановый ремонт ОС;

- энергообеспечение – интеграция системы управления энергообеспечением производственной цепочки, качественно снижающая расходование электроэнергии на производственные нужды;

- контроллинг транспорта предприятия – внедрение современных GPS-технологий в транспортную сеть предприятия, что позволит сделать прозрачными временные и материальные затраты, расходы на текущий и капитальный ремонты.

Реализация концепции Интернета вещей (IoT) приведет к накоплению массива аналитических данных, использование которых может привести к дополнительным выгодам. Наиболее перспективным способом применения технологии больших данных (Big Data) следует понимать создание алгоритмов структурирования и обращения информации в оперативном управлении.

На сегодняшний день технологии **Big Data** нашли свое применение практически в любых отраслях: ритейл, банкинг, здравоохранение, и, в свою очередь, сфера производства не стала исключением. Оптимизация производственной цепочки, выявление дефектов и контроль качества продукции, улучшение режима использования продукта на основе анализа поведения потребителей – неполный список результатов, которых можно достичь в производственной сфере благодаря

Big Data. В результате полученная информация сможет быть использована для принятия широкого спектра решений для снижения производственных расходов, по субъективному мнению автора, на 5–7%. В дополнение к этому благодаря технологии Big data будет возможно проводить исследования в различных направлениях, совершенствуя бизнес-процессы компании, основываясь на их собственном опыте – наиболее достоверном источнике информации.

Внедрение в логистическую цепочку производства технологий **3D-печати** является крайне важным аспектом, способным значительно ускорить производство промышленной продукции. Используя 3D-принтер в производственном цикле, предприятие в разы сокращает потребность в ручном изготовлении технологической оснастки, повышая ее качество, точность и скорость исполнения, сокращая количество отходов производства. Контроль ее изготовления может проводиться конструктором непосредственно на рабочем месте, при этом сокращается нагрузка по технологической подготовке производства. Все это значительно скажется на сроках изготовления узлов и их конечной стоимости.

Технологии 3D-печати при достаточном финансировании могут быть вовлечены в непосредственное производство отдельных узлов и компонентов готовой продукции. Напечатанные пластиковые и металлические детали по качеству сопоставимы либо превосходят литые, при этом их вес меньше, а отходы почти не образуются. Результат – рациональное использование природных ресурсов, уменьшение нагрузки на окружающую среду, удешевление продукции. Помимо этого, снижается потребность в производственных площадях и обслуживающем персонале, обеспечивая дальнейшее снижение прямых и косвенных производственных и временных издержек [3, с. 26–27].

В качестве одного из многочисленных примеров внедрения технологий 3D-печати хотелось бы отметить промышленную печать элементов литейной модельной оснастки на Тихвинском вагоностроительном заводе.

Оборудование позволяет обеспечить высокое качество печати – толщина каждого из слоев составляет от 0,05 до 0,15 мм в зависимости от потребностей производства. Предельная масса произведенного принтером изделия может достигать 150 кг, несмотря на использование в работе полимерного сырья. Применение новой технологии позволило сократить время выпуска крупных элементов оснастки всего до одной недели. Кроме того, данное оборудование имеет высокие показатели энергоэффективности и на практике демонстрирует экономный расход материалов для 3D-принтера.

Технологии **виртуальной реальности** должны быть задействованы на стадии прототипирования сложных изделий и технологий производства, а также его реализации и дальнейшей технической поддержки. Основной областью применения виртуального макетирования и прототипирования будет поддержка принятия ключевых решений в области разработки и конструирования при взаимодействии с собственными подразделениями, субподрядчиками и заказчиками. Использование виртуальных макетов позволит выполнять заказы быстро и эффективно на любой стадии проекта.

Ключевым элементом для виртуального макетирования является стереоскопическая визуализация, позволяющая воспринимать компьютерную модель максимально реалистичным и интуитивно понятным образом. Кроме того, виртуальные макеты дадут возможность существенно сократить стадию создания реальных макетов,

поскольку большинство моментов обрабатывается на компьютерной модели.

Кроме создания непосредственно виртуального макета изделия, можно моделировать технологию производства, а также его эксплуатацию и ремонт. Результатом моделирования производства в рамках СППУР будет возможность оптимизации всех технологических процессов, что в итоге существенно повлияет на эффективность производства, а виртуальное моделирование эксплуатации и ремонта изделий позволит обеспечить ремонтпригодность изделий и снизить издержки в процессе эксплуатации.

Примером использования технологий виртуальной реальности в промышленности можно считать созданный в 2014 году центр виртуальной реальности судостроения в компании ОАО «ЦТСС» (РФ). Центр решает задачи: проектирования и верификации рабочих технологий в процессе создания изделий; анализа возможности выполнения работ в корабельных помещениях с высокой плотностью оборудования; отработки технологий установки оборудования в корабельных помещениях; анализа оптимальности размещения трубопроводов, элементов систем вентиляции и оборудования в корабельных помещениях; наглядного представления заказчику результатов работ и многое другое. Центр виртуальной реальности представляет собой «комнату виртуальной реальности», состоящую из четырех экранов и проекторов обратной проекции, систем интерактивного взаимодействия, отслеживающей положение человека в виртуальном пространстве, устройств обратной тактильной связи, которые позволяют осязательно взаимодействовать с виртуальной средой, что важно при проведении обслуживающих работ и оценке эргономики [4].

В оценке затрат по каждой статье из предложенных мероприятий важно тщательно планировать бюджетные статьи проекта.

*Бюджетный метод* – инструмент финансового управления, связанный с отчетностью и завершающий эволюцию любого предшествующего способа управления, предложен как важнейший способ координации основной деятельности предприятия. Он характеризуется результатами, относящимися к финансовой, бухгалтерской и др. формам отчетности, на основе которых осуществляется *коррекция курса или стратегии деятельности предприятия*, после чего возможна подготовка коллегиальных решений. *Бюджетная концепция* на основе консолидированных оценок экспертов в области управления базируется на контроллинге и может быть представлена в виде группы тезисов:

– *Предвидение* статей бюджета включает стратегии развития предприятия, возможность корректив курса, оценку влияния внешних факторов на планирование задач предприятия.

– *Координация бюджетов по предвидению* отклонений от оптимальных

программ для *единого объекта*, а не его отдельных подразделений.

– *Совокупность* координированных предвидений изменения статей, входящих в расчет *прибылей и убытков*, – цель в сравнении с фактическим и конкурентным результатами.

– *Контроль и систематическое сопоставление* достигнутых результатов с намечавшимися как мера *ответственности* за мероприятия, ведущие к цели.

*Разновидности* бюджетного метода руководства возможно оценить по основным принципам применения его в практике менеджмента корпорации, предполагая широкий спектр видов основной деятельности и вариативность планирования стратегий развития.

Применение метода *в полном объеме* требует изучения специфики деятельности предприятия в зависимости от различных факторов при координации текущих программ бюджетирования, что, собственно, при должном контроле их выполнения с коррекцией планов и есть управление компанией.



Рис. 1. Структура авторской СППУР

Источник: собственная разработка

Применение метода *в неполном объеме* не исключает ведение бюджетов. Но при этом существует опасность нарушения *единства действий*. Для экономии издержек предприятия важно сочетать намеченные цели и объемы ассигнований или ограничить часть процессов для оптимизации в рамках одной бюджетной единицы. *Примером* подобных процессов могут быть:

- управление запасами или потреблением материалов, управление оборотом товаров;
- согласование нормативов производительности и издержек при регламентируемом объеме производства;
- оптимизация циклов и операций со снижением нормативов времени в технологической карте;

– анализ отклонений от нормативов материальных и временных затрат для разработки *корректирующих* мероприятий [5, с. 212–218].

**Выводы.** Эта методология разработана при целевой модификации структуры действующей КИС промышленного предприятия, находящегося в составе Минпрома РБ. Внедрение или использование отдельных частей данной концепции позволит качественно изменить эффективность деятельности управленческого комплекса и, как следствие, наладить оптимальный выпуск продукции, сократить расходы на простои и обслуживании агрегатов, улучшить ситуацию в области производственной и транспортной логистики.

#### Список использованной литературы:

1. Сайт «Netsuite» URL: <http://www.netsuite.com/portal/resource/articles/on-premise-cloud-erp.shtml>;
2. Липкин Е. Индустрия 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции / Е. Липкин. Москва, 2017. 224 с.
3. Рот А. Внедрение и развитие Индустрии 4.0: Основы, моделирование и примеры из практики / А. Рот. М.: Техносфера, 2017. 293 с.
4. Сайт центра технологий судостроения и судоремонта. URL: <http://www.sstc.spb.ru/news/tsentr-virtualnykh-issledovaniy-oao-tstss.html>;
5. Литвинец В.И. Архитектура корпоративной информационной системы на основе базы знаний КВО, ERP и OLAP-технологий / В.И. Литвинец, Я.И. Василевский. Сборник Научные труды БГЭУ, Минск, БГЭУ, выпуск 6, 2013.

### АРХІТЕКТУРА СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ІV ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

**Анотація.** У статті запропонована архітектура системи підтримки прийняття управлінських рішень у забезпеченні концепції ERP. Функціонал основних модулів КІС органічно доповнений передовими технологіями концепції Industry 4.0 – IoT, хмарних обчислень і технологій, 3D-друку і віртуальною реальністю. З метою організації процесу бюджетування проекту запропонована аналітична структура фінансування та супроводу процесів.

**Ключові слова:** система підтримки прийняття управлінських рішень, ERP, концепція Індустрія 4.0, інтернет речей, хмарні технології, 3D-друк, віртуальна реальність, метод бюджетування.

### ARCHITECTURE OF A MANAGEMENT DECISIONS SUPPORT SYSTEMS ON THE BASIS OF TECHNOLOGIES IV INDUSTRIAL REVOLUTION

**Summary.** The article proposes the architecture of a management decisions support system to provide the concept of ERP. The functionality of the main CIS modules is organically supplemented with advanced technologies of the concept Industry 4.0 – IoT, cloud computing and technologies, 3D printing and virtual reality. In order to organize the project budgeting process, an analytical structure of financing and support of processes has been proposed.

**Key words:** Management decisions support system, ERP, concept Industry 4.0, IoT, cloud technologies, 3D printing, virtual reality, budgeting method.