

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-84-92

УДК 338.4

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ CALS ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВИАСТРОЕНИЯ)

А.А. Сазонов, В.В. Джамай

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
Россия, 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4

С.А. Повеквечных

АО «Научно-исследовательский институт лопастных машин»
Россия, 394019, Воронеж, Газовая, 2А, оф. 12

Введение. Данная статья посвящена проблеме внедрения технологий непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделий на предприятиях авиационной промышленности.

Теоретический анализ. Авторами представлены результаты технико-экономического анализа внедрения CALS-технологии в структуру жизненного цикла изделий. Убедительно доказано, что интеграция автоматизированной системы управления производством заключается в прогрессировании уровня эффективности создания и применения наукоемких технологий в производстве.

Данные и методы. По итогам проведенного анализа авторами выделяются организационно-экономические проблемы внедрения CALS-технологий в отечественной авиационной промышленности и предлагается целостная стратегия современной организации процесса производства.

Концепция поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды. В статье структурированно изложена концепция поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды. Даны рекомендации по корректировке исследовательской методологии в области оценки экономической эффективности информационных технологий и систем, в т.ч. информационной поддержки процессов жизненного цикла изделий.

Заключение и рекомендации. Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы для внедрения различных информационных технологий и систем по всем стадиям жизненного цикла авиационной техники

Ключевые слова: CALS-технологии, параллельный инжиниринг, авиационная промышленность, жизненный цикл, информационное пространство, экономическая эффективность

Для цитирования:

Сазонов А.А., Джамай В.В., Повеквечных С.А. Анализ эффективности внедрения CALS технологий (на примере отечественного авиастроения) // Организатор производства. 2018. Т.26. №1. С. 84-92. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-84-92

Сведения об авторах:

Андрей Александрович Сазонов (канд. экон. наук, Sazonovamati@yandex.ru), доцент кафедры производственный менеджмент и маркетинг.

Виктор Валентинович Джамай (канд. техн. наук, dzhamay@inbox.ru), доцент кафедры машиноведение и детали машин.

Сергей Алексеевич Повеквечных (канд. экон. наук, svechny@mail.ru), генеральный директор АО «Научно-исследовательский институт лопастных машин».

On authors:

Andrey A. Sazonov (Cand. Sci. (Economic), Sazonovamati@yandex.ru), Associate Professor of Production Management and Marketing.

Victor V. Dzhamay (Cand. Sci. (Technical), dzhamay@inbox.ru), Assistant Professor of Machine Science and Machine parts.

Sergey A. Povekvechnykh (Cand. Sci. (Economic), svechny@mail.ru), CEO of JSC Research Institute of Bladed Cars.

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF CALS TECHNOLOGIES ON THE
EXAMPLE OF DOMESTIC AVIATION

A.A. Sazonov, V.V. Dzhamay

Moscow Aviation Institute (National Research University)
4, Volokolamskoe Road, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia

S.A. Povekvechnykh

JSC Research Institute of Bladed Cars
2 A, off. 12, Gazovaya St., Voronezh, 394019, Russia

Introduction. This article is devoted to a problem of introduction of technologies of continuous information support of life cycle of products at the enterprises of the aviation industry.

Theoretical analysis. Authors have presented results of the technical and economic analysis of introduction of CALS technology to structure of life cycle of products. It is convincingly proved that integration of an automated control system for production consists in progressing of level of efficiency of creation and application of high technologies in production.

Data and Methods. Following the results of the carried-out analysis authors allocate organizational and economic problems of introduction of CALS technologies in the domestic aviation industry and the complete strategy of the modern organization of process of production is offered.

The concept of support of processes of life cycle of production of products in borders of the integrated uniform information environment. In article it is structured the concept of support of processes of life cycle of production of products in borders of the integrated uniform information environment is stated. Recommendations about correction of research methodology in the field of assessment of economic efficiency of information technologies and systems, including, information support of processes of life cycle of products are made.

Conclusions or Discussion and recommendations. Results of a research can be used as a theoretical basis for introduction of various information technologies and systems on all stages of life cycle of the aircraft equipment

Key words: CALS-technology, parallel engineering, aviation industry, life cycle, information space, economic efficiency

For citation:

Sazonov A.A., Dzhamay V.V., Povekvechnykh S.A. (2018). Analysis of efficiency of implementation of CALS technologies on the ex-ample of domestic aviation. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(1), 84-92. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-1-84-92 (in Russian)

Введение (Introduction)

В современных условиях эффективное и успешное развитие предприятий высокотехнологичной, в т.ч., авиационной промышленности обуславливается необходимостью внедрения информационных систем и экономико-математических моделей в процессы организации бизнеса. Авиационная промышленность производит сложную наукоемкую продукцию с длительным жизненным циклом. Направление развития авиастроительных предприятий находится в прямой зависимости с комплексным применением результатов инновационной дея-

тельности. Под воздействием постоянно возрастающей конкуренции на рынках авиационной техники инновации в том числе в области производства выступают системообразующим фактором, который обеспечивает эффективную деятельность предприятий авиационного комплекса.

Теоретический анализ (Theoretical analysis)

Авиационная промышленность очень заинтересована во внедрении технологий непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделий – Continuous

Acquisition and Lifecycle Support, или CALS-технологий. Вначале планировалось произвести стандартизацию форматов представления данных, содержащихся в информационных системах, применяемых на разных стадиях жизненного цикла военной авиатехники. Главной целью этой стандартизации являлось упрощение процедуры размещения заказов на поставку изделий и запчастей для нужд ВВС.

Однако вскоре выяснилось, что недостаточно согласовать стандарты описания изделий и процессов, а необходимо также формализовать процедуры организации проектирования, производства и эксплуатации авиатехники, сблизить подходы государственных ведомств и авиастроительных фирм (за рубежом – нередко частных) и, в конце концов, заставить поставщиков и заказчиков авиатехники говорить и думать на одном языке.

Российские авиастроительные предприятия также уделяют в последние годы значительное внимание CALS-технологиям. Русскоязычным аналогом CALS выступает информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий (ИПИ). CALS-технологии являются средством, позволяющим промышленным автоматизированным системам интегрироваться в единую многофункциональную систему. Интеграция автоматизированной системы управления производством (АСУП) заключается в прогрессировании уровня эффективности создания и применения наукоемких технологий в производстве. Повышение эффективности от внедрения технологий выражается в следующих составляющих:

- значительно возрастает качество изделий за счет комплексного учета имеющейся информации при проектировании и принятии различных управленческих решений;
- минимизируются материальные и временные затраты связанные с разработкой и изготовлением продукции;
- существенно снижается уровень затрат приходящихся на эксплуатацию, в связи с использованием функций интегрированной логистической поддержки.

Чтобы достичь эффективного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем необходима разработка комплексного информационного пространства в границах как отдельных предприятий, так и объединения

предприятий. Комплексное информационное пространство достигается при помощи унификации как формы, так и содержания информации об определенных изделиях на различных этапах их жизненного цикла. Унификация информационного содержания, выступает как единоличная форма интерпретации данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, и достигается разработкой онтологий (метаописаний) приложений, которые закрепляются в прикладных протоколах CALS-технологии. Структурная унификация наименований и перечня сущностей, атрибутов и отношений в определенных предметных областях будет являться необходимым базисом для начала разработки единого электронного описания изделий в CALS-пространстве. Это приведет к повышению качества инновационных разработок и значительно сократит срок выполнения НИОКР.

Данные и методы (Data and Methods)

Концепция CALS содержит в своей структурной основе инвариантные понятия, которые могут применяться в полном объеме в течение всего жизненного цикла изделия. Инвариантные понятия возможно структурно разделить на следующие группы и подгруппы.

1. Базовые CALS–принципы:

- комплексная информационная поддержка ЖЦ изделия при помощи применения интегрированной информационной среды, позволяющей в значительной степени сократить затраты в процессе ЖЦ;
- стандартизация информационного описания за счет информационной интеграции объектов управления;
- оптимизация применения программ по стандартизации структур данных и организация интерфейсов доступа к ним;
- ориентация в основном на готовые коммерческие и программно-технические решения, которые обязаны соответствовать требованиям стандартов;
- организация безбумажной системы представления информации, использование электронно-цифровой подписи;
- проведение параллельных инженерных разработок внутри ЖЦ, что приведет к улучшению качества конечной продукции;
- комплексная модернизация существующих бизнес-процессов.

2. Базовые управленческие технологии:
– организация проектного менеджмента;
– управление ресурсами, планированием и качеством;
– интеграция логистической системы поддержки, включающей в себя организацию документального сопровождения закупок / поставок авиационной техники (накладные, фактуры и т.д.), а также комплектующих, запасных частей и других материалов.

3. Базовые технологии управления данными об изделии, процессах, ресурсах и среде:

– применение системы управления данным об изделии (PDM-технологии) и информационными процессами ЖЦ изделия, создающими и использующими эти данные;

– использование международных стандартов и спецификаций представления данных (ISO 10303 и ГОСТ Р 10303).

Концепция поддержки процессов жизненного цикла производства изделий в границах интегрированной единой информационной среды (The concept of support of processes of life cycle of production of products in borders of the integrated uniform information environment)

Системная информационная поддержка и сопровождение ЖЦ изделия реализуется в интегрированной информационной среде (ИИС). Интегрированная информационная среда представляет собой совокупность распределенных баз данных, содержащих в себе различные сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах внутри предприятия. Особое внимание при этом уделяется обеспечению корректности, актуальности, безопасности и доступности данных только для тех субъектов производственно-хозяйственной деятельности, кто участвует непосредственно в осуществлении ЖЦИ. Все сведения (данные) в ИИС хранятся только в виде информационных объектов. Информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий реализуется на всех стадиях процесса производства. В авиастроении особое внимание уделяется организации производственного процесса, а также пост-техническому обслуживанию выпускаемой продукции. Производственным процессам в авиастроении присущи значительные затраты, которые складываются из затрат на организацию и поддержание эффективного уровня научно-технического обеспечения процесса производ-

ства, а также затрат от внедрения инновационных технологий.

Программно-аппаратные средства CALS используются на предпроизводственных стадиях жизненного цикла авиатехники, таких, как стадии рабочего проектирования, испытаний и доводки, технологической подготовки производства. Системы автоматизации проектирования (САПР) – успешно применяются в авиационной промышленности (как в зарубежной, так и в отечественной) уже несколько десятилетий. Этап рабочего проектирования изделий является наиболее изученным, с точки зрения экономической эффективности информационных технологий. Здесь в меньшей степени, по сравнению с другими стадиями ЖЦИ, актуально прогнозирование возможного эффекта, поскольку предприятиями уже накоплен значительный опыт использования САПР, позволяющий построить апостериорные оценки экономической эффективности.

В настоящее время необходимо обращать внимание не только на удешевление предпроизводственных стадий ЖЦИ, но и на их ускорение. Внедрение CALS-технологий в авиационной промышленности позволило значительно сократить длительность разработки изделий на 40–60%. Относительное сокращение длительности разработки более существенно, чем относительное сокращение стоимости (10–30%). Безбумажные технологии проектирования изделий, в сочетании с числовым программным управлением (ЧПУ) технологическим оборудованием, позволяют радикально сократить длительность передачи изделия в серийное производство. При этом, ускорение рабочего проектирования и технологической подготовки производств (ТПП) может и не достигаться даже при наличии дорогостоящих программно-аппаратных средств, если из процесса документооборота не исключены такие процедуры, как подписание бумажных чертежей и технологических карт ответственными лицами в ходе их согласования и утверждения. Естественно, и в будущем компьютеры вряд ли полностью исключат ответственных лиц из процесса принятия решений. Однако документооборот должен стать полностью безбумажным, и CALS-технологии позволяют реализовать такую организацию документооборота (в т.ч., благодаря внедрению т.н. электронной подписи).

На этапе испытаний авиатехники внедрение принципов и технологий CALS (ИПИ) позволяет существенно сократить длительность периода испытаний и получить необходимый объем испытательных полетов, по следующим причинам.

1. Появляется возможность эффективно организовать оперативный сбор и анализ информации, получаемой в полете, в реальном масштабе времени.

2. С помощью средств управления летным экспериментом во время полета можно оперативно изменять полетное задание, что повышает качество получаемой информации и долю зачетных полетов.

3. Облегчается реализация обратной связи между испытательными подразделениями и разработчиками изделий. Как следствие, более оперативно и с меньшими издержками вносятся коррективы в конструкцию изделий по результатам испытаний (т.е. ускоряется и удешевляется процесс доводки).

В целом, благодаря применению CALS-технологий на предпроизводственных стадиях ЖЦИ, по оценкам экспертов авиастроительных компаний, достигается сокращение времени вывода новых изделий на рынок от 25% до 75%. Производитель, представивший свою продукцию на рынках раньше конкурентов, приобретает ряд преимуществ:

- значительный накопленный выпуск позволяет снизить (в т.ч. за счет эффекта обучения) себестоимость производства и дефектность продукции;

- наличие значительного парка изделий в эксплуатации позволяет снизить стоимость их технического обслуживания и ремонта (ТОиР); кроме того, в послепродажном обслуживании, как и в серийном производстве, могут действовать эффекты обучения;

- опыт успешной эксплуатации изделий, раньше представленных на рынке, позволяет получить положительную репутацию их производителю, которой новые участники рынка пока не обладают.

Концепция CALS (ИПИ) предполагает также организацию параллельного инжиниринга (ПИ). Принцип параллельного инжиниринга означает выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации.

Сюда же относится одновременное проектирование различных компонентов сложного изделия. При ПИ многие проблемы, которые могут возникнуть на более поздних стадиях ЖЦИ, определяются и успешно решаются еще на стадии проектирования. Такой подход дает возможность улучшить качество изделия, в значительной мере сократить затраты и время его вывода на рынок. Организация параллельного инжиниринга на предприятии предполагает ликвидацию традиционных барьеров между функциями отдельных специалистов и организаций путем создания (а при необходимости – последующего преобразования) МПГ, в том числе территориально распределенных, а также итеративность процесса приближения к необходимому результату.

Многопрофильные рабочие группы (МПГ) включают специалистов разного профиля и создаются для решения конкретных задач. Например, представители эксплуатанта, генерального разработчика и поставщика комплектующих изделий, т.е. специалисты из разных организаций могут быть собраны в одну МПГ для решения проблемы, возникшей в ходе эксплуатации.

Параллельный инжиниринг предполагает замену традиционного последовательного подхода комплексом перекрывающихся во времени операций, направленных на систематическое улучшение разрабатываемого решения вплоть до достижения необходимого результата. Исходное понимание задачи ведет к первой версии документированных требований, на основе которых разрабатывается первоначальное проектное решение. Оно порождает новые вопросы и позволяет уточнить постановку задачи. Поскольку жесткое требование завершить текущую фазу работы перед началом следующей отсутствует, последовательное проектирование заменяется «работой по спирали». Эффективная реализация такого подхода невозможна вне применения интегрированной информационной среды (ИИС). Возможность применения принципов ПИ возникает благодаря тому, что в ИИС все результаты работы представлены в электронном виде, актуальны, доступны всем участникам и легко могут быть скорректированы.

Российские авиастроительные предприятия рассчитывают получить значительный эконо-

мический и производственный эффект от применения CALS-технологий. Разработка программно-аппаратных средств, и внедрение информационных систем на предприятиях требуют существенных единовременных и периодических затрат, связанных с эксплуатацией информационных систем. Поэтому CALS-технологии остро нуждаются в корректных методах прогнозирования экономической эффективности. Под экономической эффективностью подразумевается рассчитанное тем или иным образом соотношение затрат и результатов от внедрения CALS-технологий. В основе этих расчетов лежат оценки объемов затрат приходящихся на разработку, внедрение и эксплуатацию информационных систем на предприятии, а также составление прогнозов возможного изменения будущих денежных потоков. Прогнозы будущей экономии за счет информатизации чаще всего строятся на опыте зарубежных предприятий, работающих в аналогичных отраслях.

В области оценки экономической эффективности информационных технологий и систем, в т.ч., информационной поддержки процессов жизненного цикла изделий, необходимо произвести корректировку исследовательской методологии. Создание на предприятиях информационных систем не способно приносить положительный экономический эффект, они способны только предоставить руководству и коллективу предприятий дополнительную информацию, а также дать инструментарий, необходимый для ее анализа и принятия управленческих решений. Информационные системы и экономико-математические модели должны содержать в себе следующие элементы:

- информационные системы должны предоставлять доступ всем пользователям;
- информационные системы обязаны быть обеспечены кондиционной информацией т.е. соответствующей определенным нормам и условиям;
- процессы разработки и принятия управленческих решений должны органично сочетаться и дополняться экономико-математическим моделированием.

Для того, чтобы обоснованно планировать разработку программно-аппаратных средств и экономико-математических моделей, необходи-

мо разделить влияние на показатели эффективности проекта перечисленных выше групп элементов. Необходимо организовать и провести комплексный анализ экономической эффективности информационных систем и технологий по следующей последовательности действий.

1. Организовать процедуру проведения качественного анализа новых возможностей, предоставляемых информационными системами и технологиями, а также выявить направления их применения с целью роста производительности и эффективности работы предприятий.

2. Организовать процедуру проведения количественной оценки следующих основных показателей:

– Δпотенц – потенциальный выигрыш, теоретически получаемый в условиях рассматриваемого предприятия при полном использовании всех предоставляемых возможностей, достигается путем внедрения «идеальных» информационных систем и моделей;

– Δдост – реально достижимый выигрыш, рассчитывает с учетом ненулевых затрат времени затраченного на подготовку и системную обработку информации, допустимости возможной неполноты и неточности полученной информации, возможных погрешностей, связанных с работой информационных систем данного технико-экономического уровня; значительной мерой приближенности использования экономико-математических моделей.

При анализе эффективности необходимо учитывать, что справедливо следующее неравенство: $\Delta\text{дост} < \Delta\text{потенц}$. Соотношение реально достижимого и потенциального выигрышей $\Delta\text{дост}/\Delta\text{потенц}$ показывает уровень безупречности программно-аппаратных средств и встроенных в их структурный состав экономико-математических моделей. Представленное соотношение дает возможность определить и проанализировать не только необходимость в использовании информационных систем текущего уровня, но и задать вектор первоочередного модифицирования программно-аппаратных средств и экономико-математических моделей. Технико-экономический эффект от внедрения CALS (ИПИ) технологий в структуру отечественных авиационных предприятий может быть

рассмотрен в анализе усредненных показателей основных производственных процессов.

1. Процесс проектирования.

- сокращение времени необходимого на процесс проектирования на 50%;
- сокращение времени затрачиваемого на разработку технологии производства на 30%;
- сокращение затрат, приходящихся на изучение выполнимости проекта авиатехники от 15% до 40%.

2. Процесс организации поставок комплектующих элементов и изделий.

- оптимизация времени поиска и извлечения данных на 98%;
- сокращение количества ошибок при передаче данных на 40%;
- уменьшение времени планирования на 70%;
- снижение стоимости получения информации от 15% до 60%.

3. Процесс исследования.

- сокращение производственных затрат (прямых затрат на материалы, рабочую силу и заводские накладные расходы) на 38%;
- увеличение показателей качества выпускаемой продукции (обобщающих, индивидуальных и косвенных) на 80%.

4. Процесс эксплуатационной поддержки изделия.

- оптимизация времени необходимого на изучение технической документации на 30%;
- сокращение времени планирования информационной поддержки на 70%;
- снижение стоимости затрат технической документации (конструкторской и технологической, включая производственную ремонтную документацию авиатехники) от 10% до 50%.

Заключение и рекомендации (Conclusions or Discussion and recommendations)

На стадиях маркетинговых исследований, стратегического планирования и внешнего проектирования авиатехники необходимо организовать имитационное моделирование ЖЦИ и провести согласование необходимых параметров проекта со всеми участниками ЖЦИ. Это позволит в значительной степени повысить точность и достоверность прогнозирования спроса, затрат, технической реализуемости проекта и, как следствие, – значительно сократить риск провала проекта по причине принятия ошибочных решений на стадии внешнего проектирования

авиатехники. Кроме того, только существенное повышение точности прогнозирования будущих объемов спроса и затрат позволит обоснованно оптимизировать проектные параметры новых изделий и направления перспективных НИОКР.

Целесообразно организовать взаимодействие с заказчиками в рамках интерактивной системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-система), в основе которой должен находиться интернет-сайт авиастроительного или ремонтного предприятия. На сайте необходимо разместить актуальную информацию о производимых изделиях, услугах и ценах. Пользователям должны быть предоставлены возможности виртуального прогнозирования эффективности и оптимизации процессов применения предлагаемой продукции в парке данной эксплуатирующей организации, а также возможности оформления заказов на изделия и услуги в реальном масштабе времени.

На предпроизводственных стадиях ЖЦ авиатехники внедрение CALS-технологий позволяет существенно сократить длительность рабочего проектирования, испытаний, доводки и технологической подготовки производства (ТПП), что приводит к выигрышу в конкурентной борьбе. Это особенно важно, если принять во внимание эффекты блокировки на рынках авиатехники. Также, более ранний выход новых изделий на рынок позволяет существенно улучшить показатели инвестиционной привлекательности авиационных проектов.

Библиографический список

1. Арсеньева Н.В., Пелихов Д.М., Сазонова М.В. Анализ методов экономического обоснования разработки корпоративных информационных систем в промышленности // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2016. № 2. С. 41-43.
2. Внучков Ю.А., Шевченко М.И. Стратегия развития логистической системы корпорации // Научные труды (Вестник МАТИ). 2012. №19(91). С. 259-264.
3. Джамай Е.В., Карташов М.К. Автоматизация системного проектирования и производства авиационных двигателей // Насосы. Турбины. Системы. 2015. №4(17). С. 72-77.
4. Джамай Е.В., Сазонов А.А., Ладоскин М.П. Исследование теоретических аспектов

комплексной автоматизации научно-производственной деятельности на предприятиях наукоемких отраслей // *Насосы. Турбины. Системы*. 2015. № 3(16). С. 32-40.

5. Джамай Е.В., Сазонов А.А., Петров Д.Г. Адаптация метода функционально-стоимостного анализа для автоматизации управления предприятием (на примере авиационной промышленности) // *Вестник Университета (Государственный университет управления)*. 2016. № 2. С. 210-212.

6. Дмитриевский Б.С. Автоматизированные информационные системы управления инновационным наукоемким предприятием. М.: Изд-во «Машиностроение – 1», 2006. 156с.

7. Киселев А.Г. Корпоративная и комплексная система управления промышленного предприятия. Новосибирск, 2010. 408с.

8. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты. Монография. М.: ГОУ ВПО МГУИ. 2008. С. 124.

9. Клочков В. В. Организационно-экономические аспекты внедрения CALS-технологий в авиационном двигателестроении // *Технология машиностроения*. 2006. № 5. С. 81-86.

10. Найшулер Б.И. Информационные технологии управления наукоемким производством. Казань: КГТУ им. А.Н. Туполева, 2007, 143 с.

11. Судов Е.В., Левин А.И. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». 2002. 28с.

12. Anaya L., Dulaimi M., Abdallah S. An Investigation Into The Role Of Enterprise Information System In Enabling Business Innovation // *Business Process Management Journal*. Vol. 21, no 4, 2015, pp. 771-790. DOI: 10.1108/BPMJ-11-2014-0108.

13. Gagarina G.Yu., Goloshchapova L.V., Fateeva O.V., Putilina I.N., Dzhamay E.V. Financial resources of the enterprise: Formation and distribution // *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2017, 15(23), pp. 453-461.

14. Kureichik V.M., Kureichik V.V., Taratukhin V.V., Kravchenko Yu.A., Khlebnikova A.I. Continuous Acquisition and Life-Cycle Support (CALS) Simulation Models on the Basis of the ERP and CAD Technologies Integration // *Emerging Trends In Information Systems: Recent Innovations, Results And Experiences*, 2016, pp. 11-19. DOI: 10.1007/978-3-319-23929-3-2.

15. Panov A.Yu., Kuznetsov S.V., Ivanov S.V. Forming a Common Information Space for Mechanical Engineering Cluster Product Life Cycle based on CALS Technologies Principles // *International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 2017.

Поступила в редакцию – 13 февраля 2018 г.
Принята в печать – 2 марта 2018 г.

References

1. Arsenyev N. V. Pelihov D.M., Sazonova, M.V. (2016). Analysis of methods of an economic substantiation of development of enterprise information systems in industry. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravlenija)* = Bulletin of University (State University of Management), 2, 41-43.

2. Vnuchkova Y.A., Shevchenko M.I. (2012). Strategy of development of logistic systems Corp. *Nauchnye trudy (Vestnik MATI)* = Proceedings of (Bulletin MATI), 19 (91), 259-264.

3. Dzhamay E.V., Kartashov M. K. (2015). Automation of system design and production of aviation engines. *Nasosy. Turbiny. Sistemy*. = Pumps. Turbines. Systems, 4(17), 72-77.

4. Dzhamay E.V., Sazonov A.A., Ladoshkin M.P. (2015). Research of theoretical aspects of complex automation of research and production activity at the enterprises of the knowledge-intensive branches. *Nasosy. Turbiny. Sistemy*. = Pumps. Turbines. Systems, 3(16), 32-40.

5. Dzhamay E.V., Sazonov A.A., Petrov D. G. (2016). Adaptation of a method of the functional and cost analysis for business management automation (on the example of the aviation industry). *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravlenija)* = (Bulletin of University (State University of Management), 2, 210-212.

6. Dmitrievskij B.S. (2006). Automated information management systems of an innovative scien-

ceintensive enterprise. M.: Publishing house «Mashinostroenie – 1». 156p.

7. Kiselev A.G. Corporate and complex management system of an industrial enterprise. Novosibirsk, 2010. 408 p.

8. Klochkov V.V. CALS technology in the aviation industry: organizational and economic aspects. Monograph. M.: Public Educational Institution of Higher Professional Training MGUL. 2008. 124p.

9. Klochkov V.V. (2006). Organizational and economic aspects of implementation of CALS technologies in aircraft engine building. *Tehnologija mashinostroenija* = Engineering technology, 5, 81-86.

10. Nayshuler B. I. Information technologies of management of the knowledge-intensive production. Kazan: KGTU of A.N. Tupolev, 2007, 143 pages.

11. Sudov E.V., Levin A.I. The concept of development of CALS technologies in the industry of Russia. M.: Research Center CALS tekhnology Prikladnaya logistika. 2002. 28s.

12. Anaya L., Dulaimi M., Abdallah S. An Investigation Into The Role Of Enterprise Information System In Enabling Business Innovation // *Business Process Management Journal*. Vol. 21, no 4, 2015, pp. 771-790. DOI: 10.1108/BPMJ-11-2014-0108.

13. Gagarina G.Yu., Goloshchapova L.V., Fateeva O.V., Putilina I.N., Dzhamay E.V. Financial resources of the enterprise: Formation and distribution // *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2017, 15(23), pp. 453-461.

14. Kureichik V.M., Kureichik V.V., Taratukhin V.V., Kravchenko Yu.A., Khlebnikova A.I. Continuous Acquisition and Life-Cycle Support (CALS) Simulation Models on the Basis of the ERP and CAD Technologies Integration // *Emerging Trends In Information Systems: Recent Innovations, Results And Experiences*, 2016, pp. 11-19. DOI: 10.1007/978-3-319-23929-3-2.

15. Panov A.Yu., Kuznetsov S.V., Ivanov S.V. Forming a Common Information Space for Mechanical Engineering Cluster Product Life Cycle based on CALS Technologies Principles // *International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 2017.

Received – 13 February 2018.

Accepted for publication – 2 March 2018.