

# Кадры для космоса

## От испытательных и исследовательских задач в космосе к новым технологиям обучения профессионалов на земле

В статье рассматриваются вопросы создания перспективных информационных образовательных технологий для подготовки космонавтов, описываются концепции информационных систем «обучения по требованию» и «обучения в условиях дополненной реальности», затрагиваются аспекты применения инфокогнитивных технологий. Обсуждается возможность использования новых подходов для создания ситуационного центра обучения на базе Молодежного «Космоцентра».

*Крючков Б.И., академик РАН, зам. начальника НИИ  
Центра подготовки космонавтов (ЦПК) имени  
Ю.А.Гагарина по научной работе*

*Филиппович А.Ю., доцент МГТУ им. Н.Э.Баумана*

*Усов В.М., профессор, главный научный сотрудник НИИ  
ЦПК имени Ю.А.Гагарина*

*Филиппович Ю.Н., доцент МГТУ им. Н.Э.Баумана*

Прошедшие 50 лет с начала пилотируемой космонавтики существенно изменили наш взгляд на мир – он стал более глобальным, возникло понимание общности судеб человечества в обеспечении безопасного мира и выживания при глобальных катаклизмах. Осознано, что только широкая международная кооперация способна дать надежду на построение новой космической техносферы, основанной на высоких технологиях и строгих регламентах их практического применения в интересах поступательного развития, обеспечения доступности всей суммы технологий, которыми владеют передовые страны мира, прежде всего в отношении научных знаний, культурных ценностей, новейших IT-технологий. Эти перемены повлекли и новые подходы к обучению профессионалов, способных реализовать дерзновенные, амбициозные замыслы создания новых сегментов техносферы (космической, подводной океанической и др.) в условиях экстремальной среды обитания и нового информационного окружения, которое сегодня обозначается как ИКТ-среда.

Эти положения наглядно проявляются в космической деятельности: сегодня ключевым элементом приложения усилий международного сообщества является Международная орбитальная станция (МКС), а подготовка к работе на этом пилотируемом космическом комплексе предполагает прохождение членами экипажей сложной многолетней наземной

подготовки. Несмотря на полностью оправдавшие себя на предшествующих этапах освоения космоса подходы к обучению и подготовке космонавтов, в настоящее время все яснее проявляется тенденция повышения требований к ним в области испытательных работ с современными системами и новейшим научным оборудованием.

Необходимо отметить, что система отбора, обучения и профессиональной подготовки космонавтов в нашей стране никогда не была застывшей и закостеневшей. В соответствии с изменявшимися и усложнявшимися задачами вводились новые теоретические дисциплины, средства технического обучения, тренажеры, макеты, моделирующие стенды. В последние годы существенно возросли возможности проведения космических экспериментов на российском сегменте МКС, что находит отражение в тех новых требованиях к знаниям и компетенциям, которые необходимо формировать у космонавтов-исследователей в широком диапазоне научных дисциплин, включая области фундаментальной науки.

Космонавт является тем конечным звеном, на котором замыкаются усилия огромных коллективов специалистов самой высокой квалификации, а потому и его профессиональная подготовка должна приобрести качественно новые черты. Для этого необходимы новые психолого-педагогические и информационные технологии. Высокие требования сегодня необходимо предъявлять и к тем новым тренажерным системам и технологиям построения интерфейсов, которые рассчитаны на формирование интереса и мотивации к освоению профессий в области высоких технологий у подрастающего поколения. Сегодня в Центре подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю.А.Гагарина специалисты в области подготовки космических экипажей предпринимают серьезные усилия по каждому из направлений. Проводятся не только отдельные исследования по совершенствованию средств и методов подготовки, но и по решению Роскосмоса создан

и развивается уникальный исследовательский полигон – Молодежный «Космоцентр». На нем можно отрабатывать психолого-педагогические и другие технологии для обучения не только подростков и учащейся молодежи (для последующего тиражирования в подобных центрах при вузах и в домах детского творчества), но и для «взрослой» космонавтики.

## Особенности использования традиционных технологий обучения в подготовке космонавтов

В настоящее время существует большое число методических наработок и отлаженная система профессиональной подготовки космонавтов, которая включает в себя процедуры многоступенчатого отбора, физической и психологической подготовки, обучения базовым дисциплинам и регулярного повышения квалификации для освоения нового исследовательского и испытательного оборудования, проведения исследовательских и/или наладочных и испытательных технических (технологических) работ, включая работу на тренажерах и моделирующих стендах, а также испытательные полеты на самолетах по программам специальной подготовки [1, 2].

В обучении и подготовке космонавтов можно выделить несколько особенностей, которые необходимо принимать во внимание при попытках поиска новых решений оптимизации учебного и тренировочного процесса:

- Работа космонавтов на заключительном этапе подготовки преимущественно построена на отработке конкретных сценариев, определенных программой конкретного полета, поэтому цели подготовки (результаты обучения) могут быть определены достаточно четко. В то же время существуют объективные трудности формирования требований к начальному этапу, который носит название «общекосмической подготовки», поскольку за много лет до включения конкретного человека в экипаж трудно прогнозировать, какие исследовательские и испытательные задачи ему придется решать в космическом полете, с какой полезной нагрузкой и на какой космической технике.
- Ситуация несколько облегчается тем обстоятельством, что при необходимости для изучения основных и специализированных дисциплин, особенно относящихся к разработке новой научной аппаратуры, программ и методик перспективных космических экспериментов и средств информа-



ционной поддержки в полете могут привлекаться лучшие специалисты и преподаватели, использоваться самые передовые учебные ресурсы.

Существенно, что обучение космонавтов проводится в малых группах или даже персонально, что позволяет учесть их индивидуальные особенности, оказать им поддержку в процессе самостоятельной подготовки. Важно, что пребывание в отряде космонавтов, общение с опытными, совершившими полеты космонавтами и высококлассными специалистами ЦПК позволяет привить «своеобразную корпоративную» культуру и освоить ценности, составляющие значимую часть профессионализма работника сложной и опасной профессии.

Вместе с тем стоит отметить ряд моментов, осложняющих реализацию образовательного процесса в настоящее время и ближайшей перспективе:

- Необходимость увеличения числа обучающихся курсов для «опережающего обучения» в широком диапазоне исследовательских программ современной фундаментальной и прикладной науки, которые могут не иметь разработанных сценариев, а значит, и четко сформулированных целей обучения.
- Реализация международных космических программ приводит к необходимости привлечения для преподавания и консультаций иностранных экспертов, решения проблем их доступности, организации межкультурного общения и продуктивного взаимодействия, обеспечения выполнения согласованных регламентов и безопасности

работ в экстремальных условиях среды, выполнения принципов биоэтики и протоколов поведения космонавтов.

Эффективное решение указанных задач может быть во многом обеспечено за счет использования передовых и перспективных информационно-коммуникационных и когнитивных технологий (ИКТ), к которым относят различные средства автоматизации человеко-машинного взаимодействия и новейшие интерфейсы для оптимизации этого процесса. Для этого необходимо:

- создать специализированные системы управления обучением (LMS), в том числе дистанционные;
- увеличить динамику производства образовательного контента;
- создать персональные информационные системы обучения и т.д.

Воплощение соответствующих задач в технических решениях приводит к постановке вопроса о создании профильного ситуационного центра обучения, который обеспечит организацию дистанционного образования на борту космического корабля и на земле, сформирует единое виртуальное (информационное) образовательное пространство, будет осуществлять координацию процессов подготовки и обновления образовательного контента, в том числе и в режиме реального времени. Пилотный проект подобного центра может быть реализован в составе Молодежного «Космоцентра» ЦПК имени Ю.А.Гагарина.

### **«Использование ситуационных центров в образовании»**

Ситуационные центры (СЦ) представляют собой сложные информационно-аналитические системы, которые позволяют моделировать и анализировать ситуации с использованием самых передовых технологий [3]. Идея использования СЦ для обучения появилась в конце 80-х годов как результат синергии трех направлений исследований и разработок, проводимых многими научными коллективами: (1) автоматизированные системы управления вузом, так называемые АСУ ВУЗ; (2) ситуационное управление как семиотическое описание динамических процессов; (3) автоматизированные обучающие системы (АОС) и тренажерные комплексы. В МГТУ им. Н.Э.Баумана идея СЦ развивалась в рамках НИОКР, проводимых на кафедре «Систем обработки информации и управления» (ранее «Автоматизированных систем управления») по заказам Министерства обороны СССР совместно с Российским НИИ космического приборостроения (РНИИ КП), НПО им. Лавочкина, НИИ авиационной и космической медицины. По заказу РНИИ КП была выполнена одна из самых крупных НИОКР, направленная на создание ситуационного центра Космических частей Вооруженных сил СССР. Основным практическим результатом этой работы стало создание программной системы для разработки и ведения сценариев

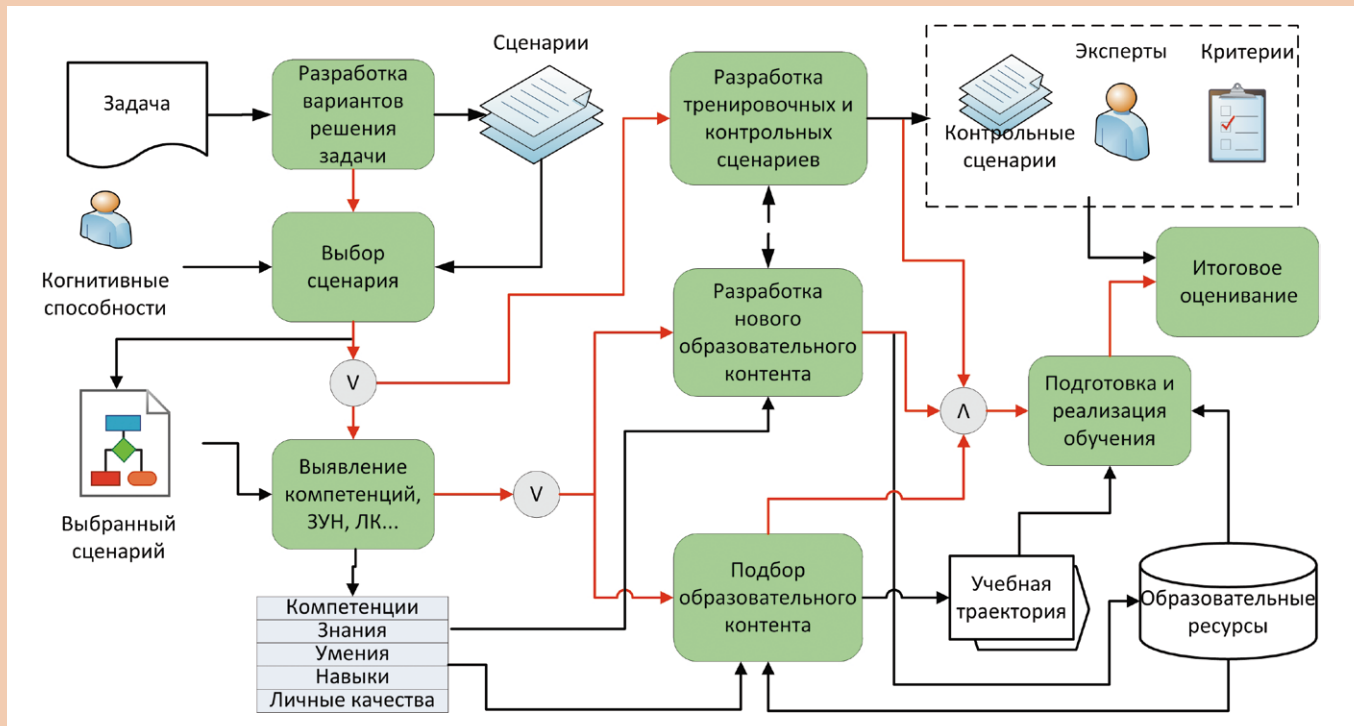
отображения ситуационной информации при управлении космическими объектами, а также разработка сценариев решения конкретных функциональных задач, прошедших экспериментальную апробацию в Космических частях ВС.

При разработке компонент этой сложной автоматизированной системы возникли проблемы обучения и тренировки персонала, который должен был освоить навыки работы в реальных условиях. Это, в свою очередь, привело к возникновению концепций учебного контура, учебного режима и макетной копии СЦ. Ключевыми проблемами разработок того времени, которые остаются актуальными и по сей день, были создание семиотических моделей предметных областей и их автоматизированное описание на естественном и формальных языках, развитие средств визуализации, эргономическая сертификация видеомоделей, психолингвистический анализ и моделирование персонального и коллективного вербального сознания и др. Многие из наработок того времени нашли отражение в последующих работах кафедральной научной школы «Информационные технологии семиотики» [4]. В настоящее время использование СЦ в сфере образования нашло широкое применение и принимает такие формы, как СЦ государственного органа образования, Учебно-отраслевой СЦ, Межвузовский СЦ, Центр стратегического управления образовательным учреждением, Учебный СЦ [5, 6].



### «Формирование учебного контента на основе имеющихся сценариев»

Для иллюстрации одной из подзадач использования ИКТ на рисунке представлена укрупненная блок-схема процессов формирования учебного контента на основе имеющихся сценариев. Их автоматизация (создание информационной системы управления знаниями) позволяет повысить эффективность организации обучения, увеличить динамику создания новых курсов и материалов, а также обеспечить контроль и управление ситуацией.



Информационной базой для подобной системы управления знаниями должны стать различные структуры, которые включают:

- библиотеку сценариев, для которой созданы структурные и поисковые навигаторы, система выбора типовых и аспектно-ориентированных сценариев;
- перечни задач, которые решаются в сценариях, и их соответствие наборам компетенций;
- типовые/целевые модели компетенций космонавтов (и других категорий специалистов);
- атлас образовательных портфолио с привязкой к другим информационным структурам;
- структурированный по областям знаний, компетенциям и сценариям образовательный контент;
- адаптивные траектории обучения;
- планируемый и текущий прогресс учащихся, другие оценки образовательной ситуации.

### Концепция «обучения по требованию»

В условиях постоянно возрастающих объемов учебных материалов и их номенклатуры, а также серьезной нехватки времени и других ресурсов требуется разработка новых эффективных механизмов обучения. Концепция «обучения по требованию» (Learning-on-Demand – LOD) сформировалась относительно недавно, однако ее прародители – множество технологий «изучения по требованию» уже хорошо известны, и ими активно пользуются в тех профессиях и задачах, где нет возможности или целесообразности изучения всех потенциально затребованных знаний.

В качестве примера можно привести профессии юриста (адвоката или патентоведа), который изучает прецеденты и отдельные нормативные документы в зависимости от конкретного дела, и журналиста, который погружается в предметную область при подготовке проблемной статьи или телепередачи.

На наш взгляд, главным отличием LOD должно являться формирование специального образовательного контента, а не просто информационного поля или базы знаний для «погружения» в задачу и тонкости ее решения. Соответственно, для автоматизации LOD необходимо создавать особый класс обучающих систем (шире – систем управления знаниями), а для информационной поддержки – использовать поисковые системы или разнообразные аналитические инструменты поддержки принятия решений.

На практике эти два подхода являются скорее полюсами, чем альтернативными вариантами, между которыми существует множество промежуточных решений. Детальный обзор подходов к LOD выходит за рамки этой публикации, поэтому приведем лишь несколько примеров:

- LOD как образовательный портал (образовательное пространство, среда), в котором учащемуся «предоставляется доступ не только к формаль-

ному обучению, управляемому через LMS, но и к различным ресурсам (таким как памятки, формы, регламенты, положения и другие документы), совместному опыту (блоги и workspaces), директориям экспертов и многочисленным готовым учебным электронным курсам» и т.д.

- LOD как система (сервис) получения конкретного знания или умения. Сегодня для сложных задач предлагается использовать экспертные системы с функциями объяснения или комплексные информационно-аналитические системы (например, ситуационные центры).
- LOD как технология обучения во время работы. В этом подходе акценты ставятся на выстраивании и балансировке системы обучения для специалистов, которым нужно повышать квалификацию для оптимизации своей деятельности. Успешность и эффективность обучения в этом случае достигается за счет правильной корреляции работы и обучения, закрепления новых компетенций на практике [7].

Создание программно-технических систем LOD для космонавтов, безусловно, имеет свою специфику, которая требует отдельного исследования, однако ключевые задачи носят достаточно универсальный характер практически для всех сложных специальностей:

- формирование коллекции учебного контента и привязка его к информационной базе знаний;
- разработка информационных сервисов (образовательной среды, портала или персональной информационной системы) для доступа к учебным материалам и другим необходимым ресурсам;
- первичное структурирование (упорядочивание) контента, разработка навигаторов, поисковых механизмов;
- оценивание учебных материалов, разработка критериев и средств аспектной разметки, тематическая (онтологическая) рубрикация;
- дедупликация образовательных ресурсов на базе технологий адаптивной кластеризации, применении закона Бредфорда, экспертных оценок и т.д.
- ранжирование контента под конкретные задачи, сценарии, а также методическая разметка компетенций, ЗУН и др.

Полномасштабное решение указанных задач в настоящее время труднодостижимо даже в узких предметных областях, поэтому подборка и ранжирование контента может осуществляться в нескольких режимах:

- экспертный – на основе предварительной автоматизированной разметки и связывания материалов;
- прецедентный – на основе сбора информации из НСТ-контура системы обучения и ситуационного центра (см. предыдущие посты);
- автоматический – на базе специально разработанных методик контент-анализа содержимого учебных материалов.

Одним из важных результатов работы по предварительному формированию и разметке коллекции

должны стать «паспорта учебных материалов» и онтологии предметных областей. На их основе в перспективе можно создавать системы автоматической сборки контента и формирования образовательных траекторий. В случае отсутствия необходимого образовательного контента источниками знаний должны служить эксперты и преподаватели, «компетентные паспорта» которых также должны вноситься в систему и привязываться к онтологиям.

## Системы обучения дополненной реальности

Системы обучения дополненной реальности (Additional Reality Learning – ARL) сегодня рассматриваются как самые перспективные направления информационной поддержки при овладении компетенциями в сложных областях человеческой деятельности и просто поддержки активности человека с помощью роботов-помощников.

Можно с большой уверенностью утверждать, что никакие перспективные технологии, вплоть до фантастической «загрузки» знаний и навыков «напрямую в мозг», не смогут решить все возрастающие потребности в управлении окружающим миром. Это означает, что в будущем мы будем по-прежнему или даже в большей степени нуждаться в интеллектуальных помощниках – системах дополненной реальности и автономных роботах.

Для космической индустрии задачи обучения интеллектуальных помощников уже сегодня являются актуальными и могут носить следующие формы:

- Удаленные помощники – форма обучения, в которой эксперты на земле в режиме прямого канала связи обучают «на лету» космонавтов, руководя их действиями. При этом обучение возможно в условиях невидимости/частичной видимости/полной видимости/ситуационной визуализации/3D-реконструкции окружающего пространства космонавтов.
- Системы обучения дополненной реальности – форма обучения, в которой система обучает космонавта в реальном режиме времени. При этом возможны два основных режима – автономный, основанный на заложенных алгоритмах и данных, и дистанционный, когда обучением и управлением ARL руководят удаленные помощники.
- Система обучения/управления экзоскелетом – форма обучения (программирования), направленная на приобретение навыков управления телом, скафандром. Основные режимы аналогичны системам ARL.
- Система обучения/программирования роботов (Adaptive Robotics Learning) – форма обучения роботизированных интеллектуальных помощников, находящихся на борту во время космического полета. Основные режимы работы – автономный (робот самостоятельно обучается новому поведению или собирает и обрабатывает новые данные для последующей совместной работы), дистанционный (обучение/программирование осуществляется удаленными экспертами) и дуальный, когда функции обучения/программирования берет на себя космонавт.

К перечисленным формам можно добавить и другие, которые связаны с коллективным, совместным эргатическим, смешанным и др. обучением. Успешная реализация рассмотренных форм обучения имеет значимую эргономическую и экономическую ценность, т.к. в перспективе позволит сократить затраты на доставку/спуск роботизированных помощников и космонавтов, осуществлять отработку новых, а также более разнообразных и сложных сценариев на орбите.

Оставив в стороне вопросы дистанционного управления/обучения экзоскелетом и роботом, а также программирования поведения автономных систем, специфицируем некоторые задачи обучения в условиях дополненной реальности. ARL-системы должны:

- предоставлять образовательный контент с учетом конструкционных и технологических особенностей аппаратного обеспечения, в том числе аудио/видео (шире – мультимедийные) учебные ресурсы, дополненный контент (формат представления – предмет будущих и очень перспективных исследований);
- осуществлять тренинг и контроль, определяя необходимый и допустимый уровень освоения компетенций;
- идентифицировать потребности в обучении, подбирать подходящий контент и оптимизировать программу обучения;
- автоматизированно формировать новый образовательный контент в случае отсутствия готового или инициировать и контролировать его разработку/доставку удаленными помощниками;
- осуществлять помощь (поддержку) в обучении космонавтом других членов экипажа, роботизированных помощников.

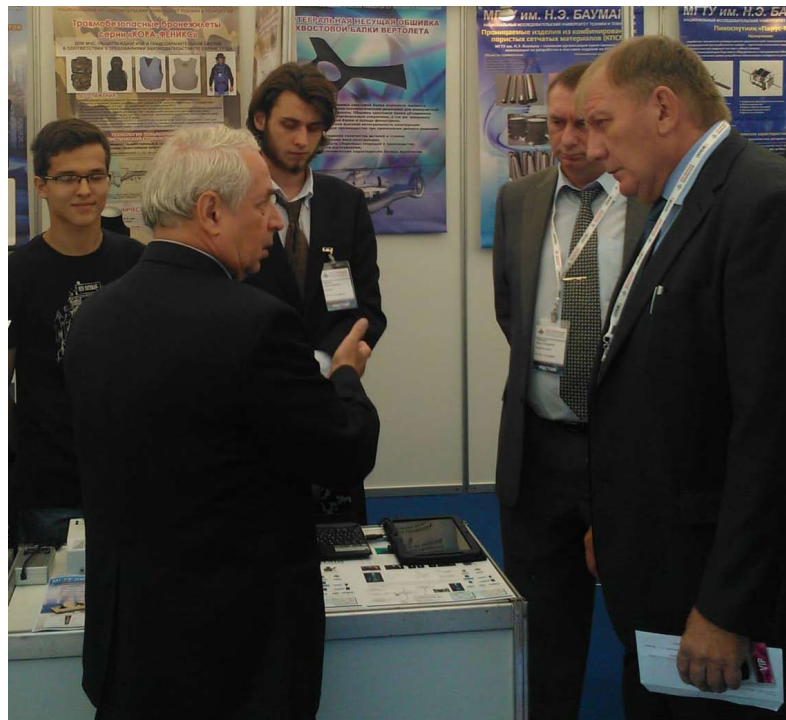
## От космических технологий до повсеместного использования

Потребность в непрерывном обучении и повышении квалификации уже хорошо осознана, и не только в космической индустрии, но и во всех высокотехнологичных отраслях. Управление знаниями в компаниях, создание экономики и общества, основанных на знаниях, являются одними из ключевых тенденций развития передовых стран. В «космосе» задачи и проблемы традиционно носят более масштабный характер, поэтому и требования ко всем технологиям существенно выше, однако завтра эти технологии придут в нашу обычную жизнь.

Если взглянуть на текущую ситуацию в области электронного обучения, то можно увидеть, как буквально за два года в мире появился целый класс новых систем – массовых открытых онлайн-курсов (МООК), которые создаются ограниченным количеством зарубежных лидеров. Их распространение и влияние оказалось настолько сильным, что многие отечественные компании и образовательные учреждения вступили в технологическую гонку по созданию новых форм обучения. Однако лидеры в области МООК настолько далеко ушли, что наверстать упущенное время крайне сложно.

Это создает большую вероятность того, что в ближайшем будущем в этой области окончательно

сформируются ключевые образовательные вендоры, которые будут де-факто монопольно формировать и распространять бесплатный образовательный контент. Это сместит акценты от поиска нужного курса в сторону проблемы выбора оптимального варианта, который позволит максимально эффективно и быстро приобрести нужные компетенции и знания. Более того, рост информации и динамика необходимых знаний сделают крайне сложным изучение курсов в полном объеме. Это будет сопровождаться ростом технических возможностей – на смену уже привычным смартфонам придут их новые версии с бытовыми системами дополненной реальности, которые уже сейчас активно тестируются, а в ряде областей – нашли широкое применение.



В этих условиях разработчикам и методистам целесообразно заглянуть немного в будущее и начать активную работу по созданию новых образовательных технологий, в том числе на базе рассмотренных в статье подходов.

### Литература:

1. Крючков Б.И., Сохин И.Г. Этапы становления и перспективы развития научно-методической базы подготовки космонавтов // Пилотируемые полеты в космос. 2011. №1 (1). С. 78-86.
2. Инновационные технологии в образовательной деятельности НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина / Крючков Б.И., Гордиенко О.С., Ковригин С.Н., Попова Е.В., Захаров О.Е. // Материалы 10-й Международной научно-практической конференции, Звездный городок, 2013. С. 142.
3. Филиппович А.Ю. Ситуационные центры: определения, структура и классификация // PCWeek, 26(392), М., 15-21 июля 2003 г. – С.21-22.
4. Филиппович А.Ю. Научно-образовательный кластер в интернете // Качество образования, сентябрь 2012. С. 40-45.
5. Филиппович А.Ю. Обучающие ситуационные центры. Системный администратор. №5 (6), 2003. С. 82-85.
6. Филиппович А.Ю. Ситуационные центры в образовании // Проблемы теории и практики управления. – 2007. – №1. С. 109-116.
7. Кривошеев Е., Филиппович А. Work-based learning – обучение на реальном проекте // Качество образования, июль-август 2011. С. 46-52.