

УДК 167.1, 167.7

КОГНИТИВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ: ТЕХНИЧЕСКИЙ И СОЦИО-ГУМАНИТАРНЫЙ АСПЕКТЫ*

С.В. Шалагин¹, Г.Э. Шалагина²

¹Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева, Казань, Россия
sshlagin@mail.ru

²Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
galanova@fromru.com

Аннотация

Рассмотрены когнитивные проблемы, возникающие при выполнении проектирования сложных систем на основе компьютерных моделей: когнитивный барьер и аберрация когнитивного процесса. Определены причины указанных проблем, которые носят как технический, так и социо-гуманитарный характер. В неолибералистском капитализме повысилась значимость финансового сектора. Сменяемость поколений технических устройств вызвана экономической, а не научно-технической задачей или потребностями человека. Инновационная экономика порождает дискурс изменений человека с целью создать потребителя, соразмерного темпам технического прогресса. Вызванный экономикой темп технических изменений не антропомерен, не соответствует темпу «счастливой жизни». Динамизация базиса приводит к динамизации морально-нравственной сферы, возникает транзиторная этика. Латентность когнитивных проблем проектирования – следствие потребности получить инновационный продукт в жёстких временных рамках. При главенстве техницизма в науке и неизбежности внедрения результатов проектирования в жизнь проектная деятельность должна сопровождаться философской рефлексией.

Ключевые слова: когнитивные проблемы, проектирование, транзиторная этика, счастье, информационное общество.

Цитирование: Шалагин, С.В. Когнитивные проблемы проектирования на основе компьютерных моделей: технический и социо-гуманитарный аспекты / С.В. Шалагин, Г.Э. Шалагина // *Онтология проектирования*. – 2016. – Т. 6, №3(21). – С. 368-376. – DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-368-376.

Введение

В настоящее время программно-аппаратные системы автоматизированного проектирования (САПР) находят своё применение при создании как технических, так и естественнонаучных, аналогичных природным, объектов. Вместе с тем, применение САПР для проектирования определённых классов объектов либо затруднительно, либо не целесообразно. При проектировании сложных технических объектов требуется оперировать данными, различными по своей природе [1]. Трудности при проектировании возникают при взаимодействии между специалистами из различных областей, что приводит к трудно устранимым коллизиям. Данное обстоятельство является фактором ограничения сложности объекта проектирования (ОП). Причины такого рода ограничений кроются в том, что

* Статья и её авторы – наглядный пример взаимного стремления к интеграции «разделённого» технического и гуманитарного знания. Актуальность «стыковых» исследований важна для нашего журнала, и об этом мы неоднократно писали, стимулируя тем самым приток такого рода работ. Публикуемая статья вызвала неоднозначную оценку в редакции в силу неточности или неполноты ряда формулировок исследуемых понятий. Тем не менее, с учётом актуальности рассматриваемой темы, мы надеемся на продолжение её обсуждения нашими неравнодушными читателями, которые восполнят этот пробел. *Прим.ред.*

компьютерные модели (КМ) ОП в определённых случаях, во-первых, оказываются не адекватными, а во-вторых, сложными для создания и/или интерпретации [2]. На первое обстоятельство уже указывалось исследователями в работе [3] применительно к КМ ОП из области химии. Второе обстоятельство указано в работе [4]: САПР программных комплексов применимы на практике не столько как «помощники», сколько как средство для документирования промежуточных и итоговых результатов.

В чём же заключается причины подобного рода ограничений? Какие последствия, в том числе – социальные, могут возникнуть при недооценке и/или игнорировании сложившейся ситуации? Какие способы разрешения сложившейся проблемы могут быть приемлемы?

Цель настоящей работы – ответы на указанные вопросы.

1 Основные понятия и определения

Рассмотрим базовые понятия и определения, служащие отправной точкой для исследования.

Проектирование [5, с. 1061] – процесс создания проекта – прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния.

Проект [5, с. 1061] – 1) замысел, план; 2) совокупность документов (расчётов, чертежей и др.) для создания какого-либо сооружения или изделия.

То есть проект есть образ, воплощённый в форму описания, обоснования, расчётов, чертежей, раскрывающих сущность замысла и возможность его практической реализации. Обращает на себя внимание тот факт, что в определении проекта наблюдается некоторая двойственность. С одной стороны, проект должен раскрывать замысел, идею, образ будущего объекта проектирования. С другой стороны, проект немыслим без раскрытия технологии реализации ОП. По мере усложнения ОП, что стало возможным во второй половине XX века в результате широкого применения компьютерных моделей, в проектировании прослеживается двойственная тенденция, нашедшая свое отражения в определении подходов к проектированию на основе компьютерных моделей. Различают два подхода к проектированию: функциональный и оптимизационный [6].

При функциональном подходе к проектированию на первый план выступает функция, которую должен выполнять объект. Оно нацелено, прежде всего, на создание эффективно работающего объекта. Выполнение требуемой функции — главная цель и основа разработки ОП. Во внимание принимаются, прежде всего, функциональные показатели качества и показатели надёжности.

При оптимизационном (критериальном, вариантном) подходе к проектированию осуществляется не только поиск функционально эффективных решений, но и удовлетворение разных, порой противоречивых потребностей людей. Производится обоснованный выбор окончательного варианта. Активно оптимизационное проектирование начало применяться со второй половины XX века благодаря достижениям теории принятия решений, теории исследования операций, а также благодаря широкому распространению вычислительной техники. Указанные обстоятельства позволили разработать методы, позволяющие в обозримые сроки просчитывать многочисленные варианты и решать сложные математические задачи.

Оптимизационный подход усилился в конце XX, в начале XXI веков. Возросшая актуальность указанного подхода напрямую связана с интенсификацией модернистской идеологии: создатели ОП требуют, чтобы новое поколение проектируемых объектов было дешевле по себестоимости и в большей степени удовлетворяло современной структуре спроса. Модернистская идеология, в свою очередь, напрямую связана с логикой

капитализма, при рассмотрении которой мы переходим к социо-гуманитарным аспектам когнитивных проблем проектирования. Базовое понятие здесь – транзиторная этика. *Транзиторная этика* – это система норм нравственного поведения человека или социальной группы, предполагающая в качестве базовой моральной ценности инновационизм (идеологию готовности человека к переменам).

2 Когнитивные проблемы проектирования: социо-гуманитарный аспект

Модернистская идеология вписана в логику капитализма в его неолиберальной версии. Повысилась значимость финансового сектора и главной целью инноваций стало увеличение объёма оборота денежных средств. Поэтому сменяемость поколений технических устройств зачастую продиктована внешней экономической, нежели внутренней научно-технической задачей, тем более не витальными или экзистенциальными потребностями человека. Рабочие айфоны, непригодные для использования в связи с невозможностью скачать «устаревшее» программное обеспечение, зарядное устройство, выходящее из строя не по физическим причинам, а из-за несовместимости с новым ПО – это примеры «выкачивания денег» из потребителя технологий.

Быстрая смена технологий способна обескуражить рабочую силу, выбить почву из-под ног работников в нашем нестабильном, транзиторном мире, вселить чувство неопределённости. Люди вынуждены без объективной необходимости перестраивать свои трудовые навыки под новое оборудование и новые информационные технологии. Сказанное актуально и в отношении, например, бухгалтеров, каждый раз отвлекающих свою экзистенциальную энергию на освоение новой версии ПО для налоговых органов, и для профессорско-преподавательского состава ВУЗов, отвлекающего свои силы и время на освоение всё новых и новых информационно-технических средств для формализации своего труда.

Техническое творчество сегодня регулируется авторским правом, порождая уже масштабную практику «жизни на ренту» не только для изобретателя технологии, но и для всего штата сотрудников технических организаций. Владельцы патентов устанавливают экономические «правила» игры», препятствуя развитию альтернативных технологий. Казалось бы, ни что иное, как конкуренция инспирирует инновации, заставляет инженеров придумывать новые устройства. Однако, на практике оказывается, что отрасли, занятые созданием технологий, создают устройства, для которых ещё только предстоит создать рынок сбыта. Поэтому «львиную долю» в разработках составляет реклама с её маркетинговыми технологиями. Определяя инновационные товары, работы, услуги как «товары, работы, услуги, новые или подвергавшиеся в течение последних трёх лет разной степени технологическим изменениям», Росстат косвенно устанавливает общий для всех видов техники срок новизны инновационной продукции – не более 3 лет [7]. Чтобы быть «инновационным», производитель должен не реже трёх лет изменять технические параметры продукции, вынуждая потребителей покупать именно новые товары. Навязчивость дискурса «изменений себя и других», для того, чтобы соответствовать «инновационному духу времени», идеи о перевоспитании, переубеждении, постоянной социализации и ресоциализации взрослых фактически являются маркетинговым ходом, попыткой создать человека, соответствующего темпам технического прогресса, воспринимающего необходимость изменений не критически, как норму.

Результаты технического творчества сегодня быстро внедряются в повседневность через различные технические и программные устройства. Вопрос: насколько такой темп изменений социально значимых показателей технического оснащения жизни антропомерен,

соответствует темпу осмысленной и «счастливой» человеческой жизни? Счастливая жизнь предполагает стабильность и неизменность значимых социальных показателей, к которым относятся и моральные установки. Когда счастлив, время летит незаметно, жизнь пробегает, как миг именно потому, что замечаемая единица социального времени – это промежуток между новыми жизненно значимыми событиями. Изменения в жизни нужны, но они антропомерны только тогда, когда органично вытекают из биографических поворотов жизни человека, а не навязаны внешней по отношению к нему борьбой инвесторов за потребительский рынок инновационной продукции. При измерении человеческой жизни сроками инноваций, когда скорость трансформации базиса, вещной составляющей высока в угоду модернистской идеологии, происходит искусственная динамизация морально-нравственной сферы, что приводит к возникновению моральной транзиторности (транзиторной этики). Моральная транзиторность как принцип, предполагающий готовность человека к изменениям – одна из причин морально-нравственного релятивизма, который традиционно осмысливается как черта постмодернизма.

Таким образом, техника сегодня рискует оказаться в числе средств увода человека в сторону от его витальных и экзистенциальных целей. Очевидно, что последующее использование спроектированных технических и программных устройств уже не является полем ответственности инженера, наступает ответственность экономиста, политика, правоприменителя, социума в целом. Однако, в условиях главенства техницистского мышления в науке, в условиях неизбежного внедрения в общественную практику в обязательной форме информационной компетентности, вторжения результатов компьютерного моделирования в повседневность в форме обилия всевозможных «гаджетов», «Интернета вещей» и «Интернета всего», деятельность проектировщиков должна сопровождаться *философской рефлексией ответственности* за последствия своей деятельности. Ведь внедренный сегодня в общественную практику результат проектирования зачастую может оказаться витальной и/или экзистенциальной ловушкой для человека, как для пользователя, так и для проектировщика инновационной продукции.

3 Структурная схема процесса автоматизированного проектирования

Процесс автоматизированного проектирования представим следующей структурной схемой (рисунок 1). Далее объект проектирования на этапе замысла будем обозначать как ОП, а объект проектирования, реализованный в физической среде – как ОПр. С одной стороны имеет место замысел проектировщика (или группы проектировщиков), которые проявляется в виде конечного множества идеальных ОП. Для каждого идеального ОП создаётся своя КМ при использовании САПР различного назначения. На основе множества КМ в определённой физической среде как естественного (например, область химии), так и искусственного (например, область техники) происхождения создаётся ОПр. Параметры физической среды накладывают ограничения как на множества идеальных ОП, отображающих замысел проектировщиков, так и на множества создаваемых КМ.

Обозначим следующие когнитивные проблемы автоматизированного проектирования. Во-первых, при создании сложных идеальных ОП группой проектировщиков – специалистов из разных областей, требуется обеспечить их взаимодействие в определённой нотации, на заданном метаязыке. Во-вторых, множество КМ, описывающих ОП, требуется создавать при использовании общей компьютерной среды.

Трудности разрешения указанных проблемных вопросов на практике были определены в [1]: 1) в каждой проектной организации существуют десятки различных САПР, а на стыках между ними возникает немало вопросов, некоторые из которых остаются не решёнными;

2) сложность, разнообразность и многочисленность проектных данных сегодня не позволяет проектировщику-руководителю ознакомиться с множеством идеальных ОП; 3) разбить проект на фрагменты данных не всегда удаётся.

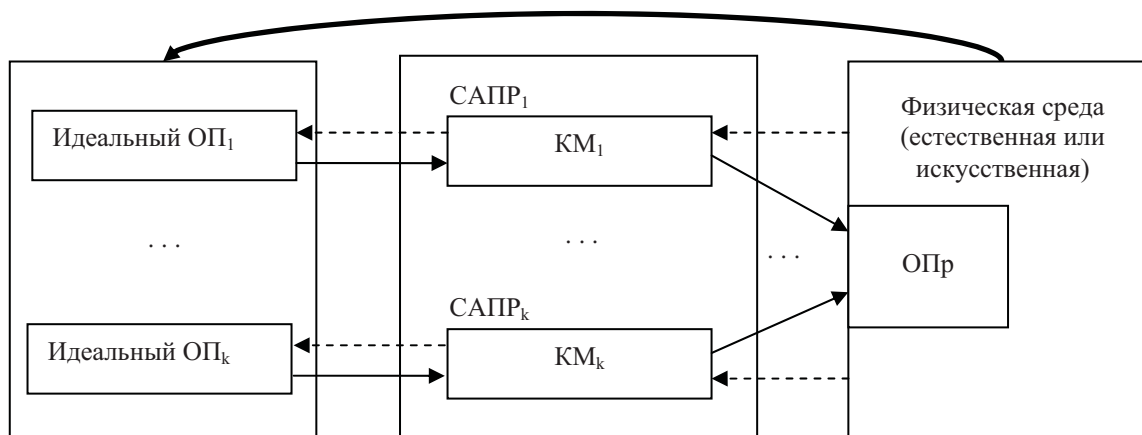


Рисунок 1 - Структурная схема процесса автоматизированного проектирования

Представленная структурная схема процесса автоматизированного проектирования позволяет определить следующие подходы, применяемые в современных САПР сложных ОП.

Подход 1. Множество идеальных ОП ($ОП_1, \dots, ОП_k$) описывается в общей нотации, на одном метаязыке, позволяя определить единственный идеальный ОП, для которого строится одна КМ. Согласно данной КМ определяется ОП_р, существующий в заданной физической среде.

Подход 2. Для каждого идеального ОП_{*i*} в единой компьютерной среде строится КМ_{*i*}, $i = \overline{1, k}$, при этом на основе множества (КМ₁, ..., КМ_{*k*}) определяется единая КМ, на основе которой строится ОП.

Подход 3. Для каждого ОП_{*i*} строится КМ_{*i*}, на основе которой, в свою очередь, строится ОП_{*r*}, $i = \overline{1, k}$, при этом применяются две и более компьютерные среды; совокупность ОП_{*r*} представляет собой ОП_р.

Возможность выбора того или иного подхода определяется свойствами ОП_р. Первый подход требует наличия общей нотации, метаязыка, которые бы адекватно описывали идеальный ОП в целом, а также его компоненты. Второй подход, помимо требований, предъявляемых к первому подходу, требует наличия общей среды для компьютерного моделирования, позволяющей в автоматизированном режиме объединить множество (КМ₁, ..., КМ_{*k*}) в единую КМ, отображающую ОП_р. Третий подход предъявляет повышенные требования к ОП_р: наличие возможности разбиения на отдельные элементы ОП_{*r*}, $i = \overline{1, k}$, ограниченно связанные друг с другом. В этом случае каждый элемент ОП_р проектируется отдельно, с использованием отдельной компьютерной среды, базирующейся на заданной нотации, метаязыке.

Третий подход, безусловно, позволяет существенно увеличить сложность ОП_р путём увеличения количества его элементов – ОП_{*r*}, $i = \overline{1, k}$. Вместе с тем, сложности возникают в том случае, если группой проектировщиков не учтено и/или не полностью определено всё многообразие связей между элементами ОП_{*r*}, $i = \overline{1, k}$. Примером подобного подхода может служить проектирование и разработка сложных объектно-ориентированных программ для

ЭВМ. Указанные программные комплексы сложно верифицировать. Каждый компонент в отдельности верифицируется относительно нетрудно. Тогда как поверить всю совокупность взаимодействий между многочисленными программными компонентами за приемлемый срок не представляется возможным. В данной связи, на практике нашёл широкое применение подход, связанный с поставкой пользователю частично отлаженного программного обеспечения с сервисной системой. Сведения об ошибках в работе программного комплекса, направляемые пользователями разработчикам, систематизируются, ошибки исправляются, и пользователям рассылаются так называемые Service Packs (пакеты обновлений). В настоящее время указанный подход интенсивно развивается применительно к проектированию сложных программно-аппаратных комплексов. Например, к проектированию систем на кристалле и встроенных систем.

Однако, указанный подход в принципе не применим к системам, требующим перед применением 100 % отладки. Например, к системам информационной безопасности.

Возникает вопрос о применимости такого рода подходов к проектированию сложных объектов естественного происхождения. Естественная физическая среда по определению не разбивается на отдельные участки. В данной связи, к проектированию объектов в среде естественного происхождения, например, в области химии, применимы только первые два подхода. Данное обстоятельство предъявляет более высокие требования к адекватности КМ ОП в естественной среде, по сравнению с КМ объектами, проектируемыми в искусственной среде.

4 Компьютерные модели в автоматизированном проектировании

При автоматизированном проектировании создаётся электронный образ, КМ ещё не существующего объекта, который требуется создать. Вместе с тем, по мере развития КМ актуализируется *проблема когнитивного барьера*, обозначаемая следующим образом [2].

С одной стороны, производится абстрагирование от определённых характеристик ОП, которые, по мнению исследователя, являются несущественными. При этом исследователь руководствуется собственной интуицией, опирающейся на постановку прикладной задачи и понимание природы объекта моделирования [8, стр. 42]. Кроме того, имеет место упрощение характера связей между характеристиками объекта. Например, линеаризация связей между параметрами КМ с целью упрощения описания зависимостей между ними, при наличии у исследователя информации о нелинейном характере указанных связей. Следствием подобного абстрагирования и упрощения является создание идеального образа моделируемого объекта. Подобная идеализация неизбежно влечёт за собой ограничения на область адекватности создаваемой КМ. Внутренние и выходные характеристики моделируемого объекта отображаются с приемлемой точностью только на ограниченной области адекватности в пространстве входных параметров КМ.

С другой стороны, учёт всех параметров объекта моделирования и нелинейного характера связей между ними ведёт к существенному усложнению процессов верификации и валидации создаваемой КМ. Определение области адекватности КМ требует существенных вычислительных затрат. Указанные затраты экспоненциально возрастают при росте количества отображаемых параметров моделируемого объекта с нелинейными связями между ними [9].

В результате совокупные вычислительные затраты, направленные на определение области адекватности создаваемой КМ, становятся существенно выше, чем затраты на выполнение экспериментов на КМ ОП. Хотя при компьютерном моделировании первая задача практически не отделима от второй [8, 10].

Проблема аберрации когнитивного процесса при построении КМ ОП, обозначенная в [2, 11], в данном случае сводится к проблеме когнитивного барьера. Проектировщику, пользователю САПР следует установить область адекватности КМ ОП. В противном случае, из-за объективизации и натурализации результатов, полученных на КМ с не идентифицированной областью адекватности, и «давления» указанных результатов на понимание исследователей, имеет место опасность аберрации когнитивного процесса при проектировании сложных систем. Например, согласно [3], отдельные КМ позволяют описывать с заданной степенью точности только строго определённое химическое вещество в заданном агрегатном состоянии.

Заключение

Таким образом, при проектировании сложных объектов возникает проблема когнитивного барьера. При этом ключевую роль играет физическая среда, элементом которой является указанный объект. Среда искусственного происхождения позволяет определять сложный ОП как совокупность элементов, каждый из которых возможно проектировать отдельно, с применением КМ и САПР. Что касается сложных объектов, являющихся частью естественной среды, то их проектирование должно быть произведено на основе единой КМ.

При увеличении сложности КМ и аппаратных средств моделирования необходимо уделить пристальное внимание среде проектирования и метаязыку, допускающему формальное описание сложного ОП.

Ключевую роль при проектировании сложных объектов играет верификация проекта и синтезированного объекта. Латентность когнитивных проблем проектирования указанного класса объектов зачастую является следствием того, что в современном информационном обществе существует устойчивая потребность в получении результата при наличии жёстких временных ограничений. В условиях внедрения в общественную практику результатов компьютерного моделирования проектная деятельность должна сопровождаться философской рефлексией ответственности за социальные последствия.

Список источников

- [1] **Храпкин П.Л.** Системы автоматизированного проектирования: роль человека и компьютерной среды / П.Л. Храпкин // Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: история и перспективы (SoRuCom-2014): труды III Междунар. конф. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н.Туполева, 2014. – с. 385 – 388.
- [2] **Галанова Г.Э.** Когнитивные проблемы компьютерного моделирования в контексте культуры постмодерна / Г.Э.Галанова, С.В.Шалагин // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. – 2014. - № 1.- С. 178 - 182.
- [3] **Клинов А.В.** Моделирование многокомпонентного массопереноса при ректификации в насадочных колоннах на основе потенциалов межмолекулярного взаимодействия / А.В. Клинов, А.И. Разинов, В.В. Никешин и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2002. – № 1-2. – с. 382-388.
- [4] **Боггс У.** UML и Rational Rose / У.Боггс, М.Боггс. – М: Лори, 2008. – 600 с.
- [5] Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров 2-е изд. — М.: Сов. энциклопедия, 1983. — 1600 с.
- [6] **Норенков И. П.** Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов / И.П.Норенков. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.
- [7] Объем инновационных товаров, работ, услуг / Федеральная служба государственной статистики. 1999 – 2016. - http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnov-3.htm
- [8] **Бусленко Н.П.** Моделирование сложных систем / Н.П.Бусленко. - М.: Наука, 1968. - 356 с.
- [9] Советов Б.Я. Моделирование систем: Учеб. для бакалавров / Б.Я.Советов, С.А.Яковлев. – 7-е изд. – М.: «Юрайт», 2012. – 343 с.

- [10] *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем — искусство и наука: пер. с англ. / Р.Шеннон. — М.: Мир, 1978. — 424 с.
- [11] *Шалагин С.В.* Когнитивные проблемы компьютерного моделирования в информационной химии: технический и гуманитарный аспекты / С.В. Шалагин, Г.Э. Шалагина // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. Вып. 19. — С. 435 – 437.

COGNITIVE PROBLEMS OF DESIGNING BASED ON COMPUTER MODELS: TECHNICAL AND SOCIO-HUMANITARIAN ASPECTS

S.V. Shalagin¹, G.E. Shalagina²

¹Kazan national research technical university named after A.N.Tupolev, ¹Kazan, Russia
sshhalagin@mail.ru

²Kazan national research technological university, ¹Kazan, Russia
galanova@fromru.com

Abstract

Cognitive problems resulting from the implementation of the designing of complex systems based on computer models are considered, including cognitive barrier and aberration of cognitive process. The reasons of these problems are both technical and socio-humanitarian. In neoliberalist capitalism the importance of the financial sector has increased. Turnover of generations of technical equipment is caused by economic rather than technical science problems or human needs. Innovative economy generates discourse of human changes to create a consumer, commensurate with the pace of technological progress. Economies-driven pace of technical change corresponds neither to human-dimension nor the tempo of a happy life. Dynamizing of basis leads to a dynamizing of moral sphere leads to transitory ethics. The latency of cognitive problems of design is a consequence of the need to get an innovative product in a strict time frame. In the context of the rule of technicism in science and the inevitable adoption of the results of design activity to the life, design activity must be accompanied by a philosophical reflection.

Key words: *cognitive problems, designing, transitory ethics, happiness, information society.*

Citation: *Shalagin S.V., Shalagina G.E.* Cognitive problems of designing based on computer models: technical and socio-humanitarian aspects [In Russian]. *Ontology of designing*. 2016; 6(21): 368-376. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-368-376.

References

- [1] *Hrapkin PL.* Computer-aided design: the role of human and computer environment. The development of computer technology and software in Russia and the former Soviet Union: History and Perspectives (SoRuCom-2014): Proceedings of the III International. conf. [In Russian]. Kazan: Izd-vo KGTU im. A.N.Tupoleva, 2014. P. 385 – 388.
- [2] *Galanova GE, Shalagin SV.* Cognitive problems of computer modeling in a context of postmodern culture [In Russian]. *Vestnik KGTU im. A.N.Tupoleva*. 2014. № 1. P.178 – 182.
- [3] *Klinov AV, Razinov AI, Nikeshin VV.* and others. Modeling of multicomponent mass transfer during rectification in packed columns based on the potentials of intermolecular forces [In Russian]. *Herald of Kazan Technological University*. 2002. № 1-2. P. 382 – 388.
- [4] *Boggs U., Boggs M.* UML and Rational Rose [In Russian]. Moscow: Lory, 2008.
- [5] *Soviet encyclopedic dictionary.* (ed. 2-d ed. [In Russian]. Moscow: Sov. enciklopedia, 1983.
- [6] *Norenkov IP.* Fundamentals of computer-aided design: a textbook for high school. 4-th ed. [In Russian]. Moscow: Izd-vo MGTU im. N.E.Baumana, 2009.
- [7] *The volume of innovative products, works and services / Federal State Statistics Service.* 1999 – 2016. [In Russian]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/minnov-3.htm
- [8] *Buslenko NP.* Modeling of Complex Systems [In Russian]. Moscow: Nauka, 1968.
- [9] *Sovetov BY.* Modeling of Systems: a textbook for bachelors. 7-th ed. [In Russian]. Moscow: “Iurait”, 2012.

- [10] *Shannon R.* Simulation modeling of systems - the art and science: trans. from engl. [In Russian]. Moscow: Mir, 1978.
- [11] *Shalagin SV., Shalagina GE.* Cognitive problems of computer modeling in infochemistry: technical and humanitarian aspects [In Russian]. Herald of Kazan Technological University. 2014. Vol. 17. № 19. P. 435 – 437.
-

Сведения об авторах



Шалагин Сергей Викторович, 1975 г. рождения. Окончил Казанский государственный технический университет им. А.Н.Туполева в 1998 г., д.т.н. (2013). Профессор кафедры компьютерных систем Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н.Туполева (КАИ). В списке научных трудов более 100 работ в области компьютерного моделирования и САПР.

Shalagin Sergei Victorovich (b. 1975) graduated from Kazan state technical university named after A.N.Tupolev in 1998, Doctor of Technical Science degree holder (2013). He is Professor at Kazan national research technical university named after A.N.Tupolev (Computer Systems department). He is author of about 100 scientific articles and abstracts in the field of Computer simulation and CAD.



Шалагина Гульнара Эдуардовна, 1974 г. рождения. Окончила Казанскую государственную консерваторию им. Н.Г. Жиганова в 1998 г., к.ф.н. (2001). Доцент кафедры философии и истории науки Казанского национального исследовательского технологического университета. В списке научных трудов более 80 работ в области социальной философии, этики, философии науки и культурологии.

Shalagina Gulnara Eduardovna (b. 1974) graduated from Kazan state conservatoire named after N.Zhiganov in 1998, “kandidatskaya” degree in philosophy holder. She is docent at Kazan national research technological university (Philosophy and History of Science department). She is author of more than 80 publications in the field of social philosophy, ethics, philosophy of science and culturology.