

Copyright © 2016 by Academic Publishing House Researcher



Published in the Russian Federation  
European Journal of Technology and Design  
Has been issued since 2013.

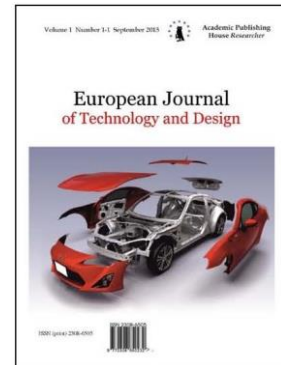
ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 11, Is. 1, pp. 35-44, 2016

DOI: 10.13187/ejtd.2016.11.35

[www.ejournal4.com](http://www.ejournal4.com)



UDC 001.8 001.51

## Virtual Modeling

Viktor Ya. Tsvetkov

Center for Advanced fundamental and applied research of «NIIAS», Russian Federation  
27, bldg 1 Nizhegorodskaya Str. 27, 109029 Moscow  
Professor, Doctor of Technical Sciences  
E-mail: cvj2@mail.ru

### Abstract

The article analyzes and organizes virtual modeling. The article examines the main components of the virtual simulation. This article describes the contradiction between the statement of a problem of virtual modeling and interpretation. The article shows the importance of spatial and visual information models for virtual simulation. This article describes the feature of human perception of virtual reality. The article reveals the contents of the first and second cognitive filters that are used to create virtual models. The article shows the importance of cognitive methods in a virtual simulation.

**Keywords:** knowledge, cognition, modeling, virtual simulation, spatial knowledge, cognitive filter synergy virtual simulation, multiscale

### Введение

К числу новых объектов и форм представления и моделирования реальности относится виртуальная реальность, на основе которой можно получать новое пространственное знание. Прецедент виртуальной реальности начался с появлением мультимедийных технологий, феномен виртуальной реальности – понятие, выходящее за рамки компьютерной реальности. «Виртуальность» имеет свою специфику. Её понимание связано с гносеологической трактовкой нового измерения образов реальности, создаваемой средствами визуальных моделей. Виртуальность включает такие компоненты как: виртуальное информационное поле, виртуальное пространство, виртуальные модели. Эти компоненты обуславливают взаимодействие компонент виртуального моделирования.

### Материал и методы исследования

В качестве материала использовались существующие описания виртуального моделирования и семантическое поле понятий в области построения и применения виртуальных моделей. В качестве материала использовались существующие исследования виртуального моделирования. В качестве методики исследования применялся системный анализ, пространственный, качественный анализ и структурный анализ.

### Результаты исследования

**Общие тенденции развития виртуального моделирования.** Виртуальное моделирование создает новые модели соотнесения представлений с объективной

реальностью. Это масштабность пространства, масштабность времени, обращение времени, моделирование нереальных ситуаций и т.д. Появление информационных моделей большой информационной ёмкости обусловило признание сначала практикой, а затем и теорией статуса виртуальности как равноправной онтологии.

Автор теории «виртуального общества» А. Бюль отмечает, что с развитием технологий виртуальной реальности, компьютеры из вычислительных машин превратились в универсальные машины по производству «зеркальных» миров. «В каждой подсистеме общества образуются «параллельные» миры, в которых функционируют виртуальные аналоги реальных механизмов воспроизводства общества: экономические интеракции и политические акции в сети Интернет, общение с персонажами компьютерных игр и т.п.». Процесс замещения с помощью компьютеров реального пространства как места воспроизводства общества пространством виртуальным А. Бюль называет «виртуализацией»[1].

Виртуализация развивает тенденции виртуального в общественной жизни и способствует появлению новых мультимедийных технологий для поддержания соответствующей реальной компоненты.

В качестве свойств виртуальной реальности выделяют следующие характеристики [2]: нематериальность воздействия; условность параметров; свобода входа/выхода, обеспечивающая возможность прерывания и возобновления существования в «виртуальности». Современная виртуальная реальность, конструируемая мультимедийной техникой, является более динамичной и выходит за рамки форм реальной жизни. Мультимедийные потоки дали качественное развитие виртуальной реальности. Современная виртуальная реальность активизирует синергетические процессы [3].

**Познавательная деятельность.** Эффект познавательной деятельности в виртуальном моделировании заключается в том, что создаются виртуальные модели и виртуальные информационные ситуации, схематизирующие различные реальные ситуации бытия человека и окружающей его действительности. Виртуальные модели не обладающие порой даже статусом сущности, становятся строителями новых пространственных форм на основе реальных пространственных отношений.. Компонентами виртуальных моделей в техническом плане являются:

- информационные модели большой информационной ёмкости.
- трехмерные пространственные модели.
- интенсифицированные потоки мультимедиа.
- новые пользовательские интерфейсы.

Методической основой виртуальных моделей в когнитивном плане являются информационная ситуация и информационная позиция [4]. Виртуальные модели являются частью информационного функционального пространства и информационного поля. Они являются новой формой познания.

Виртуальные модели взаимодействуют с когнитивной областью человека на равных с реальностью. В аспекте познания окружающего мира они более ярко, чем реальность воздействуют на психику человека и создают возможность более углубленного и детального изучения мира, что реальность сделать не позволяет. Более высокая познавательная способность виртуального моделирования обусловлена возможностью селекции и мульти масштабности виртуальных моделей. Селекция связана с редукцией – упрощением ситуации с исключением второстепенных деталей. На языке коммуникаций можно констатировать, что виртуальность существенно повышает отношение «полезный сигнал/шум». Это повышает качество познания. Мульти масштабность будет рассмотрена далее.

**Синергетика виртуального моделирования.** Виртуальные объекты являются сложными системами, которые могут в некоторых случаях характеризоваться неустойчивыми состояниями. В этих состояниях небольшие внешние флуктуации могут привести к новым последствиям, абсолютно отличающимся от обычных. Подобные состояния синергетика связывает с наличием зон бифуркации, в которых дальнейшая эволюция системы практически непредсказуема.

развитие виртуальной системы характеризуется тенденцией самоорганизации. Синергетика изучает переходы от порядка к хаосу и обратные переходы спонтанного

возникновения порядка из хаоса. В этом смысле виртуальные объекты являются объектами изучения синергетики.

Термин «синергетика» происходит от слова «синергия», означающего совместное действие, сотрудничество. Сотрудничество или кооперация понимается как универсальная характеристика самоорганизации в сложных системах. Согласно Г. Хакену, предложившему этот термин, его введение обусловлено двумя причинами [5, 6]: исследуются процессы содействия, взаимной адаптации компонентов в развивающейся системе; происходит объединение усилий представителей различных направлений.

Привлечение синергетической методологии к исследованию и разработке сложных виртуальных систем предполагает междисциплинарное осмысление проблемы. Здесь ключевыми проблемами видятся вопросы организации и самоорганизации, деятельности и кооперативного поведения, развития и коэволюции искусственных агентов на различных уровнях: индивидуальном, коллективном, социальном. С одной стороны виртуальная реальность более рафинирована, чем обычная реальность, поскольку строится на принципах рациональности. Рациональный научный метод обычно включает следующие этапы:

- выявление четко определенных свойств объектов исследования;
- нахождение общих правил, применимых к этим объектам и их свойствам;
- использование данных правил в конкретных ситуациях и получение результатов.

Построение виртуальной реальности использует принцип редукционизма - сведения реального сложного явления к сильно упрощенной модели. Это упрощает освоение виртуальной реальности. Однако ее результаты и воздействие на пользователя еще менее предсказуемы, чем воздействие реальности. Это создает неустойчивость ситуации.

Виртуализация состоит в замещении реальности визуальной моделью со свойствами реальности и с применением логики виртуальной реальности. В руки пользователя попадает инструментарий, результаты применения которого не всегда можно предугадать. Это создает элемент случайности и хаоса.

Еще один фактор вносит элемент случайности. Виртуальная среда актуализируется в реальных условиях информационного взаимодействия пользователя, порождающего виртуальность. Но виртуальная реальность существует актуально только до тех пор, пока ее активизирует пользователь. Таким образом «порождение – исчезновение» объективные фазы существования виртуальной реальности, в отличие от обычной реальности, которая существует всегда.

Третий фактор случайности лежит в когнитивной области восприятия обучаемого. Объект изучения и познания в виртуальном пространстве представлен техническими, когнитивными и логико-предметными составляющими, которые обеспечивают формирование индивидуальной системы знаний. Формально когнитивная компонента включает в себя процессы, обеспечивающие онтологизацию нового знания [7]: квантификация, понимание, актуализация, интерпретация, прагматизация. Но эта компонента является субъективной, разной для разных субъектов, за счет различия способностей усвоения материала. Это различие усиливается познавательным процессом. Человек с высоким интеллектом быстрее усваивает знания и быстрее наращивает свой интеллект.

Синергетика есть междисциплинарное научное направление, изучающее универсальные закономерности процессов самоорганизации, эволюции и кооперации. Ее цель состоит в построении общей теории сложных систем, обладающих особыми свойствами. В отличие от простых систем сложные системы имеют следующие основные характеристики:

- множество неоднородных компонентов;
- активность (целенаправленность) компонентов;
- множество различных, параллельно проявляющихся взаимосвязей между компонентами;
- семиотическая природа взаимосвязей;
- кооперативное поведение компонентов;
- открытость;
- распределенность;

- динамичность, обучаемость, эволюционный потенциал;
- неопределенность параметров среды.

Большинство характеристик свойственно виртуальной реальности. Это приводит к рассмотрению спонтанного образования упорядоченных структур, что является объектом прямого изучения синергетики. Особенность объектов виртуальной реальности в том, что изначально они находятся в состоянии равновесия. В тоже время в синергетике объектами исследования являются взаимодействующие системы различной природы, которые находятся в неустойчивых состояниях. Но с течением времени объекты виртуальной реальности могут находиться в неустойчивых состояниях. Таким образом, эволюция объектов виртуальной реальности включает последовательность неравновесных фазовых переходов и последовательное прохождение критических областей (точек бифуркаций). Вблизи точек бифуркации наблюдается резкое усиление флуктуации. Выбор, по которому пойдет развитие после бифуркации, определяется в момент неустойчивости.

В тоже время самоорганизация виртуальной среды пока не является полной и хаотичной. Периодически ее организацией занимается человек - разработчик, выполняя направленные действия. Другой человек-пользователь вгоняет систему в область бифуркации, которая характеризуется непредсказуемостью - неизвестно, станет ли дальнейшее развитие системы хаотическим или родится новая, более упорядоченная структура. Такого рода точки периодически выявляются в виртуальной реальности. В то же время, сама возможность спонтанного возникновения порядка из хаоса – важнейший момент процесса самоорганизации в сложной системе – виртуальная реальность.

**Когнитивные аспекты построения виртуальной модели.** Человек имеет ограничения по возможности восприятия реального образа и виртуальной модели. Эти ограничения задают когнитивный и ограничительный фильтры [8]. Следует отметить, что виртуальная модель, как правило, отображает информационную ситуацию, а не отдельный объект. Поэтому при анализе построения виртуальной модели в качестве исходной информации будем рассматривать информационную ситуацию. Когнитивный фильтр задается когнитивными характеристиками [9] субъекта (рис. 1)

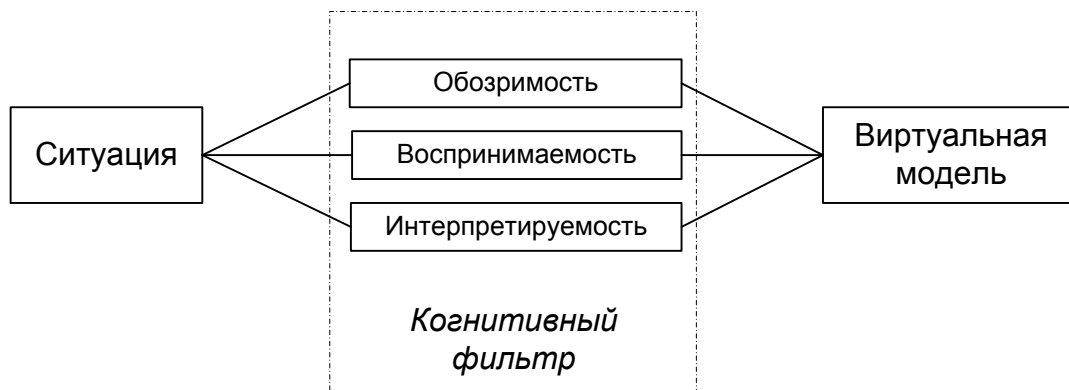


Рис. 1. Содержание когнитивного фильтра формирования виртуальной модели.

Когнитивный фильтр обеспечивает познаваемость виртуальной модели. Он задает когнитивные характеристики виртуальной модели: обозримость (visibility - vis), воспринимаемость (perceptibility - per), интерпретируемость (interpretability - interp). Эти характеристики являются системными и обязательными для виртуальной модели как сложной системы. Когнитивный фильтр является качественным.

Количественным является ограничительный фильтр, который приведен на рис. 2.

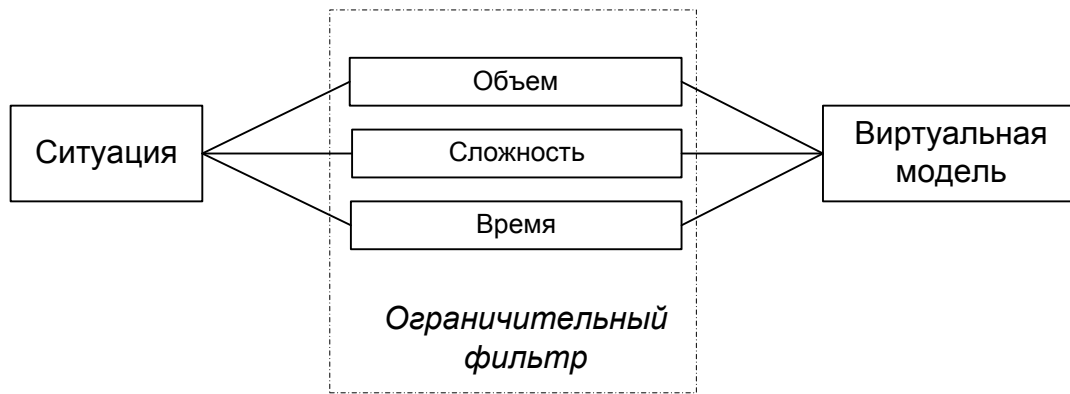


Рис. 2. Ограничительный фильтр виртуальной модели

Ограничительный фильтр задается следующими характеристиками: допустимый для обработки объем информации (capacity), допустимая сложность решаемых задач (complexity), допустимое время (time) действия в виртуальном пространстве. Для создания виртуальных моделей и при виртуальном моделировании применение когнитивных фильтров обязательно. Только та информация, которая проходит через когнитивные фильтры служит основой виртуального моделирования.

**Визуальные аспекты виртуального моделирования.** Визуальная форма представления является основой виртуальных моделей. Она должна содержать ряд функций, обязательных при формировании виртуальных моделей. В технологиях обучения и практических приложениях визуальное представление виртуальных моделей выполняет следующие функции: индикационные, знаковые, информационные, позиционные, топологические, конфигурационные и коммуникационные. Эти функции играют важную роль в процессах применения виртуального моделирования.

*Индикационная функция* виртуальных моделей заключается в дихотомическом указании свойства или явления. Индикационная функция является дихотомической и отвечает на простые вопросы: «есть или нет?», «норма – отклонение от нормы», «достаточно – не достаточно» и так далее.

*Знаковая функция* виртуальных моделей заключается в указании значения того, что за объект отображается в данной визуальной модели. Знаковая функция является отражением "Герменевтического" принципа. Применительно к анализу или обучению, данный принцип направлен на то, чтобы исследователь понимал смысл изучаемой визуальной модели («герменевтика» – это «разъясняю», «истолковываю»). Знаковая функция отвечает на качественные вопросы: Что за объект или процесс обозначается этим знаком? К какому классу отнести данный объект или процесс? Знаковая функция реализуется на основе специального языка и набора информационных единиц, отображающих ситуацию

*Информационная функция* виртуальных моделей отвечает на вопрос, какую информацию содержит данная виртуальная модель? Она решает задачи распознавания образов [10] и выявления содержательности визуальной модели.

*Позиционная функция* виртуальных моделей заключается в указании места виртуального или реального пространства, в котором проходит виртуальное моделирование.

*Топологическая функция* виртуальных моделей заключается в указании топологических отношений, в которых находится виртуальный объект по отношению к другим виртуальным объектам. Она отвечает на вопросы: Что пересекает и с чем соединяется данный виртуальный объект? С какими виртуальными объектами он связан или не связан?

*Конфигурационная функция* виртуальных моделей заключается в указании формы пространственного виртуального объекта и его пространственных характеристик: длина, площадь, объем.

*Коммуникационная функция* виртуальных моделей заключается в передаче информации пользователю о состоянии виртуальной информационной ситуации.

Сущность различных методов визуализации виртуального моделирования состоит в использовании визуальных форм отображаемой информации для создания статического и динамического виртуального пространства.

**Пространственные аспекты виртуального моделирования.** Пространственные аспекты виртуального моделирования возникают при работе с реальным пространством и реальными пространственными моделями [11, 12]. Они связаны не только с виртуальным моделированием, но и получением пространственного знания. Специфика пространственных аспектов виртуального моделирования включает: реальные пространственные отношения; геореференции; пространственные знания.

*Пространственные отношения.* Пространственные отношения являются одним из источников формирования пространственных виртуальных моделей. Пространственные отношения исследуются в области искусственного интеллекта [13] и в геоинформатике [14]. Эта связь отражается в статье Энтони Гэлтона [15]. Его работа является рубежной, поскольку обобщает более чем 100 публикаций в этой области и вводит в рассмотрение дополнительно к «пространственному знанию» еще и «пространственно-временное знание».

В геоинформатике пространственные отношения наиболее представлены в трех видах: в виде топологических отношений, в виде геореференций [16, 17], в виде пространственных иерархических отношений вида ISA, АКО [18, 19].

*Геореференция.* Геореференция широко применяется за рубежом [16] как инструмент при организации поиска информации или при получении знаний. Формальное определение геореференции – соотнесение информации об объектах на земной поверхности, в околоземном пространстве, в подземном пространстве – с метрической составляющей геоданных. Иногда говорят о географическом или геодезическом факторе, с которым соотносится информация в процессе геореференции. Геореференция как инструмент получения знаний используется в двух аспектах: пространственном и лингвистическом. За рубежом главным образом рассматривают лингвистический аспект построения и применения геореференции. Лингвистический аспект [18] использует геореференцию как ссылку для поиска информации или для сравнения.

*Пространственные знания.* Пространственные знания включают три дополнительных компонента: конфигурационное знание; позиционное знание; взаимное пространственное знание [19].

*Конфигурационное знание* в качестве основного отношения использует отношения формы. Наиболее ярким представителем этого знания является геометрия – геометрия. По отношению формы в конфигурационном знании виртуального моделирования объекты формируются по 4 категориям.

1. Нет формы и размеров – точка.
2. Протяженность – линия без толщины.
3. Площадь – плоские фигуры, плоская модель карты, план.
4. Объем - трехмерные тела, неплоские поверхности, небесные тела.

Первые две группы являются условными, так как в реальном мире объекты имеют размеры.

*Позиционное знание* рассматривает нахождение (позицию) объекта в различных системах координат для разных точек отсчета. Позиционное знание формируется с учетом отношений расположения и направления. Оно позволяет систематизировать объекты по их расположению и осуществлять группировку на этой основе. Например, по этому принципу сформированы планеты Солнечной системы. В них выделяют: планеты земной группы. Области позиционного знания характеризует также векторная алгебра

Области позиционного знания характеризуется системами координат и координатным пространством. Системы координат могут простираются сколь угодно далеко. Позиционное пространственное знание исследует пространственные системы, вид этих систем, связь между системами. Последнее приводит к анализу задач координатного преобразования.

*Взаимное пространственное знание* частично связывают с топологией. Однако это часть такого знания, которая обусловлено статичностью топологических моделей. Космические исследования служат не менее важным приложением взаимного пространственного знания. Взаимное расположение объектов солнечной системы, расположения спутников планет и их динамика служат основой формирования

пространственного знания. Поэтому космические исследования также включают область взаимного пространственного знания. Возвращаясь к топологическим моделям, как выражению отношений взаимности, следует отметить, что топология применима в основном для близко расположенных тел. Как раздел пространственного знания топология тесно связана с геоинформатикой поскольку в ней она описывает реальные, а не абстрактные тела.

**Мультимасштабность виртуального моделирования.** Важным свойством и отличием виртуальных моделей и виртуального моделирования является мультимасштабность. Она проявляется по времени и в пространстве. Мультимасштабность времени позволяет изменять его масштаб и создавать режим неоднородности времени. Изменение масштаба времени позволяет осуществлять процессы, которые в реальности протекают медленнее на 2 -3 порядка. Это свойство очень важно при обучении и повышении квалификации. При этом в виртуальном моделировании существует возможность запустить время в прямом и обратном направлении.

При обучении любой субъект может «тормозить» развитие процессов, которые ему непонятны и которые он хочет детально освоить. И, наоборот, при обучении любой субъект может «ускорять» развитие процессов, которые ему понятны и которые он хочет пропустить. Это создает возможность гетерогенности времени, адаптированного под индивидуальные способности обучаемого. Мультимасштабность времени позволяет создавать индивидуализацию обучения и выравнивание результатов обучения по группе обучаемых.

Мультимасштабность пространства позволяет менять обозримость и воспринимаемость ситуации для наблюдения частных или общих закономерностей и условий. При обучении или исследовании любой субъект может «увеличивать» в любом масштабе детали пространственной ситуации, которые ему непонятны и которые он хочет детально изучить. И, наоборот, субъект может «сжимать» пространственную ситуацию, которая ему понятна. При работе с мультимасштабными картами [20] субъект может не только наблюдать процесс трансформации карты при переходе от одного масштаба к другому, но и исследовать динамику процесса генерализации карт.

### **Дискуссия**

В области виртуального моделирования существует неоднозначность трактовки. Она обусловлена тем, что эта проблема, как и, например, проблема «больших данных», проблема «неявного знания» [21] поставлена представителями гуманитарных научных направлений (Бюль, Нонака и др.). Она социализирована и широко обсуждается в плане применения и социальных последствий. С другой стороны технических исследований и системного препарирования этих явлений весьма мало. Это могут сделать только представители технических наук. Но выводы делают большей частью представители гуманитарных наук, на основе того материала, который им понятен и который они имеют. Вследствие этого выводы таких специалистов не всегда точны.

В тоже время следует констатировать, что современное виртуальное моделирование как направление весьма неоднородно. Оно включает обучение [22, 23], проектирование [24], процессы творчества [25], робототехнику [26], виртуальные игры. Особняком стоит игровое виртуальное моделирование, которое имеет свои признаки и существенно отличается от виртуального моделирования при обучении или научном исследовании. Но именно игровые аспекты широко обсуждаются представителями гуманитарных направлений. Все направления виртуального моделирования имеют качественные различия и должны изучаться и анализироваться независимо от других. Смешивать все виды виртуального моделирования на основе виртуальных игр – некорректно.

### **Заключение**

Современное виртуальное моделирование не является однородным и развивается по разным направлениям. Оно содержит общие принципы и концепции на уровне постановки и организации. Но на уровне приложения и функций существуют разные виды виртуального моделирования. Важным в развитии виртуального моделирования являются когнитивные факторы, которые позволяют улучшать воспринимаемость мира и менять его масштабы по усмотрению субъекта. Виртуальное моделирование позволяет выходить за рамки

человеческого воображения, чем расширяет познание окружающего мира. Виртуальное моделирование является саморазвивающейся системой, которая содержит положительные и негативные факторы для человека. Дело специалистов выделить эти факторы и использовать виртуальное моделирование в созидательных целях.

**Примечания:**

1. Buhl A. Die virtuelle Gesellschaft. Okonomie, Politik und Kultur im Zeichen des Cyberspace. Opladen, 1997.

2. Алиева Н.З., Е.Б. Ивушкина, О.И. Лантратов Становление информационного общества и философия образования – Издательство «Академии естествознания» 2008, 220 с.

3. Ожерельева Т.А. Виртуальное образование и синергетика // Управление образованием: теория и практика. 2015. № 1.(17). с.20- 27.

4. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher. 2012. Vol.(36), № 12-1. p.2166- 2170.

5. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.

6. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. /Пер. с англ. М.: Мир. 1991. 240 с.

7. S. A. Kudz, I. V. Soloviev, V. Ya. Tsvetkov. Spatial Knowledge Ontologies // World Applied Sciences Journal. 2014. 31 (2). P.216-221.

8. Tsvetkov V. Ya. Intelligent control technology. // Russian Journal of Sociology, 2015, Vol. (2), Is. 2. P.97-104. DOI: 10.13187/rjs.2015.2.97

9. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models. // Life Science Journal. 2014. 11(4). pp.468-471.

10. Аникина Г.А., Поляков М.Г., Романов Л.Н., Цветков В.Я. О выделении контура изображения с помощью линейных обучаемых моделей. // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1980. № 6. с.36-43.

11. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоданные как системный информационный ресурс // Вестник Российской Академии Наук, 2014, том 84, № 9, с. 826–829. DOI: 10.7868/S0869587314090278

12. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2386-2392

13. Benjamin Kuipers. Modeling Spatial Knowledge // Cognitive Science. 1978. №2. p. 129-153

14. Цветков В.Я. Пространственные отношения в геоинформатике // Науки о Земле. Вып. 01. 2012. с.59-61

15. Antony Galton. Spatial and temporal knowledge representation // Earth Science Informatics, September, 2009, Volume 2, Issue 3, pp. 169-187

16. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. 2009, 272 p.

17. Цветков В.Я. Геореференция как инструмент анализа и получения знаний // Науки о Земле. 2011. №2. с.63-65

18. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. №12. с.2-9.

19. Цветков В.Я. Формирование пространственных знаний. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.

20. Цветков В. Я., Железняков В. А. Мультимасштабная электронная карта как основа системы учёта земель // Государственный советник. 2014. №1. С. 28-37

21. Сигов А. С., Цветков В.Я. Неявное знание: оппозиционный логический анализ и типологизация // Вестник Российской Академии Наук, 2015, том 85, № 9, с.800–804. DOI: 10.7868/S0869587315080319.

22. Розенберг И. Н. Дополнительное профессиональное образование в сфере транспорта // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. №3 (11). с.60-66.

23. Майоров А.А., Цветков В.Я. Виртуальное обучение при повышении квалификации // Дистанционное и виртуальное обучение. 2013. №9. с.4- 11.



24. Wiak S. et al. Virtual modeling and optimal design of intelligent micro-accelerometers // *Artificial Intelligence and Soft Computing-ICAISC 2004*. – 2004. C. 942-947.

25. Yamamoto E. et al. Virtual modeling of concept generation process for understanding and enhancing the nature of design creativity // *DS 58-2: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Vol. 2, Design Theory and Research Methodology, Palo Alto, CA, USA, 24.-27.08. 2009*. – 2009.

26. Pratt J., Dilworth P., Pratt G. Virtual model control of a bipedal walking robot // *Robotics and Automation, 1997. Proceedings., 1997 IEEE International Conference on. IEEE, 1997. V. 1. p.193-198*.

### References:

1. Buhl A. Die virtuelle Gesellschaft. Okonomie, Politik und Kultur im Zeichen des Cyberspace. Opladen, 1997.

2. Alieva N.Z., E.B. Ivushkina, O.I. Lantratov Stanovlenie informatsionnogo obshchestva i filosofiya obrazovaniya – Izdatel'stvo «Akademii estestvoznaniya» 2008, 220 s.

3. Ozherel'eva T.A. Virtual'noe obrazovanie i sinergetika // *Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika*. 2015. № 1.(17). s.20- 27.

4. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // *European Researcher*. 2012. Vol.(36), № 12-1. p.2166- 2170.

5. Khaken G. Sinergetika. Ierarkhiya neustoichivostei v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustroistvakh. M.: Mir, 1985.

6. Khaken G. Informatsiya i samoorganizatsiya: Makroskopicheskie podkhod k slozhnym sistemam. /Per. s angl. M.: Mir. 1991. 240 s.

7. S. A. Kudz, I. V. Soloviev, V. Ya. Tsvetkov. Spatial Knowledge Ontologies // *World Applied Sciences Journal*. 2014. 31 (2). R.216-221.

8. Tsvetkov V. Ya. Intelligent control technology. // *Russian Journal of Sociology*, 2015, Vol. (2), Is. 2. R.97-104. DOI: 10.13187/rjs.2015.2.97

9. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models. // *Life Science Journal*. 2014. 11(4). pp.468-471.

10. Anikina G.A., Polyakov M.G., Romanov L.N., Tsvetkov V.Ya. O vydelenii kontura izobrazheniya s pomoshch'yu lineinykh obuchaemykh modelei. // *Izvestiya AN SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika*. 1980. № 6. c.36-43.

11. Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Geodannye kak sistemnyi informatsionnyi resurs // *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*, 2014, tom 84, № 9, s. 826–829. DOI: 10.7868/So869587314090278

12. Tsvetkov V. Ya. Spatial Information Models // *European Researcher*, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2386-2392

13. Benjamin Kuipers. Modeling Spatial Knowledge // *Cognitive Science*. 1978. №2. r. 129-153

14. Tsvetkov V.Ya. Prostranstvennye otnosheniya v geoinformatike // *Nauki o Zemle. Vyp. 01*. 2012. s.59-61

15. Antony Galton. Spatial and temporal knowledge representation // *Earth Science Informatics*, September, 2009, Volume 2, Issue 3, pp. 169-187

16. Hill Linda L. Georeferencing: The Geographic Associations of Information – MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England. 2009, 272 p.

17. Tsvetkov V.Ya. Georeferentsiya kak instrument analiza i polucheniya znaniy // *Nauki o Zemle*. 2011. №2. s.63-65

18. Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya. Geoznanie: predstavlenie i lingvisticheskie aspekty // *Informatsionnye tekhnologii*. 2013. №12. s.2-9.

19. Tsvetkov V.Ya. Formirovanie prostranstvennykh znaniy. M.: MAKS Press, 2015. 68 s.

20. Tsvetkov V. Ya., Zheleznyakov V. A. Mul'timasshtabnaya elektronnyaya karta kak osnova sistemy ucheta zemel' // *Gosudarstvennyi sovetnik*. 2014. №1. S. 28-37

21. Sigov A. S., Tsvetkov V.Ya. Neyavnoe znanie: oppozitsionnyi logicheskii analiz i tipologizatsiya // *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*, 2015, tom 85, № 9, s.800–804. DOI: 10.7868/So869587315080319.

22. Rozenberg I. N. Dopolnitel'noe professional'noe obrazovanie v sfere transporta // *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. 2015. №3 (11). s.60-66.

23. Maierov A.A., Tsvetkov V.Ya. Virtual'noe obuchenie pri povyshenii kvalifikatsii // Distantcionnoe i virtual'noe obuchenie. 2013. №9. s.4- 11.
24. Wiak S. et al. Virtual modeling and optimal design of intelligent micro-accelerometers //Artificial Intelligence and Soft Computing-ICAISC 2004. – 2004. S. 942-947.
25. Yamamoto E. et al. Virtual modeling of concept generation process for understanding and enhancing the nature of design creativity //DS 58-2: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Vol. 2, Design Theory and Research Methodology, Palo Alto, CA, USA, 24.-27.08. 2009. – 2009.
26. Pratt J., Dilworth P., Pratt G. Virtual model control of a bipedal walking robot //Robotics and Automation, 1997. Proceedings., 1997 IEEE International Conference on. IEEE, 1997. V. 1. p.193-198.

УДК 001.8 001.51

## Виртуальное моделирование

Виктор Яковлевич Цветков

Центр перспективных фундаментальных и прикладных исследований ОАО «НИИИАС».  
109029 Москва, Нижегородская ул., 27 стр. 1  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: cvj2@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена систематике виртуального моделирования. Рассмотрены основные составляющие виртуального моделирования. Выделено противоречие между постановкой проблемы виртуального моделирования и его интерпретацией. Выделено значение пространственных и визуальных информационных моделей для виртуального моделирования. Раскрыта особенность человеческого восприятия виртуальной реальности. Раскрыто содержание первого и второго когнитивного фильтров, которые применяют при создании виртуальных моделей. Статья показывает важность когнитивных методов при виртуальном моделировании.

**Ключевые слова:** знание, познание, моделирование, виртуальное моделирование, пространственное знание, когнитивный фильтр, синергетика виртуального моделирования, мультимасштабность.