

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202092996** (13) **A2**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2021.07.30

(51) Int. Cl. **G09B 5/08** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.12.30

(54) **СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ И
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

(31) 2019145332

(32) 2019.12.30

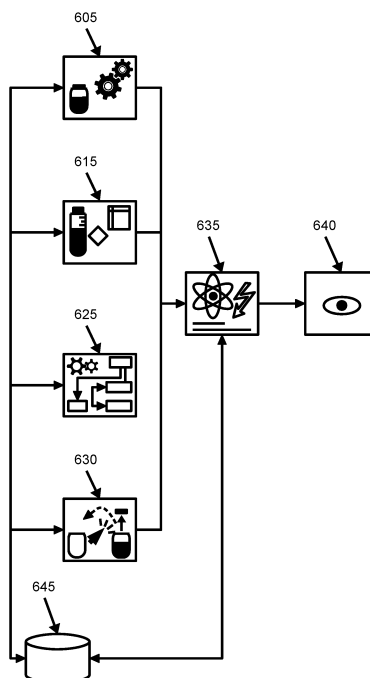
(33) RU

(71) Заявитель:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ВИЗЕКС
ИНФО" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Осадчий Виктор Павлович, Фиошин
Олег Алексеевич (RU)**

(74) Представитель:
Абраменко О.И. (RU)

(57) Изобретение относится к системе для проведения виртуальных лабораторных и исследовательских экспериментов, которая включает модуль задания параметров объектов виртуального пространства, соответствующих объектам реального мира, выполненный с возможностью задания параметров объектов виртуального пространства.



A2

202092996

202092996

A2

СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретения относятся к вычислительной технике и, в частности, к системам для обучения пользователей учебным дисциплинам.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В настоящее время остро стоит необходимость в проведении различных лабораторных и исследовательских экспериментов, направленных, в том числе на поддержку, опровержение или подтверждение различных теорий и гипотез, причем эксперименты различаются по целям и масштабам.

Стоимость проведения лабораторных и исследовательских экспериментов для множества, особенно сложных экспериментов, довольно высока, поскольку для их проведения требуется дорогостоящее оборудование, различные расходные материалы и т.д.

Одним из решений по снижению стоимости проведения экспериментов является виртуализация таких лабораторных и исследовательских экспериментов. Так, объекты реального мира, а также возможные взаимодействия между ними (их частями и т.д.), с окружающей средой и т.д. могут быть перенесены в виртуальное пространство, например, посредством создания моделей (двухмерных, трехмерных) с использованием аппаратных и программных средств, известных на настоящий момент времени или изобретенных позднее. Так, например, в качестве объектов виртуального пространства могут быть использованы трехмерные (3D) модели, от простых объектов, типа колбы, реторты, металлического бруска, пружины и т.д. до сложных объектов, типа различного оборудования, например, спектрометров, калориметров и т.д. Упомянутые объекты, перенесенные в виртуальное пространство (виртуализированные) подчиняются различным законам, известным в настоящий момент или открытые новые законы могут быть добавлены в такое виртуальное пространство. Так, например, для физического процесса химической реакции могут быть заданы компоненты (вещества, элементы) реакции, параметры участвующих компонентов, химические и физические законы реального мира, в частности, заданные в формате формул в виртуальном пространстве

Таким образом, в уровне техники наблюдается необходимость в создании систем для виртуализации, в частности, полном (или частичном) переносе экспериментов в виртуальное пространство, создаваемое соответствующими аппаратными средствами. Так, например, весь или часть эксперимента может быть выполнена в виртуальном пространстве. Результаты таких экспериментов в виртуальном пространстве могут полностью совпадать с результатами экспериментов в реальном мире или могут быть идентичны с определенной достоверностью, достаточной для того, чтобы говорить о воспроизводимости результатов экспериментов в реальном мире и в виртуальном пространстве (мире).

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Технический результат, достигаемый предлагаемым изобретением, состоит в повышении эффективности проведения виртуальных лабораторных и исследовательских экспериментов.

Согласно одному из вариантов реализации, предлагается система для проведения виртуальных лабораторных и исследовательских экспериментов, которая включает: модуль задания параметров объектов виртуального пространства, соответствующих объектам реального мира, выполненный с возможностью задания параметров объектов виртуального пространства, причем задаваемые параметры включают, по крайней мере, физические, химические и/или биологические свойства объекта виртуального пространства, соответствующие, по крайней мере, физическим, химическим и/или биологическим свойствам объекта реального мира, и параметры объектов виртуального пространства включают, по крайней мере, один набор неизменяемых параметров и, по крайней мере, один набор изменяемых параметров объектов виртуального пространства, причем набор неизменяемых параметров включает, по крайней мере, тип объекта, точки в триангулярной сетке объекта, в которой находится, по крайней мере, одна зона взаимодействия такого объекта, типы взаимодействий, связанные с точками взаимодействий, допустимых для каждого типа объекта, а набор неизменяемых параметров включает, по крайней мере, название объекта, расчетные параметры объекта, изменяемые физические параметры объекта, где зона взаимодействия объекта заранее задана и при приближении к которой другого объекта, с которым возможно взаимодействие,

осуществляется симуляция взаимодействия с объектом или между объектами согласно заданным параметрам взаимодействия, причем зона взаимодействия выбирается автоматически в зависимости от типа объекта, с которым осуществляется взаимодействие или пользователем выбирается одна из доступных зон взаимодействия; модуль создания и добавления объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью создания объектов виртуального пространства в виртуальном пространстве на основе заданных параметров и возможностью добавления созданных объектов виртуального пространства в виртуальную рабочую область, являющуюся частью виртуального пространства, на которой размещаются объекты виртуального пространства и осуществляются манипуляции такими объектами пользователем, и в которой осуществляется симуляция взаимодействия между объектами виртуального пространства согласно заданным параметрам взаимодействия; модуль задания параметров взаимодействия объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью задания параметров взаимодействия объектов виртуального пространства с использованием, по крайней мере, одного набора управляющих воздействий, объединенных в управляющие цифровые сущности, сформированные для определенного типа объекта виртуального пространства, где параметры взаимодействия задаются алгоритмами взаимодействия, по крайней мере, одного объекта виртуального пространства, по крайней мере, с одним другим объектом виртуального пространства с использованием физических и химических законов взаимодействия объектов, определяемых соответствующими формулами в формате цифровых сущностей, где алгоритмы определяются областью знаний, соответствующей виртуальному пространству; модуль управления объектами виртуального пространства и взаимодействия между объектами виртуального пространства, выполненный с возможностью управления пользователем объектами виртуального пространства с возможностью их перемещения в виртуальном пространстве с использованием устройств ввода данных для осуществления взаимодействия между объектами виртуального пространства с возможностью выбора типа взаимодействия; модуль симуляции взаимодействия объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью осуществления физически корректных взаимодействий объектов между собой и обработки результатов взаимодействия

объектов виртуальной среды в зависимости от параметров объектов виртуального пространства, параметров взаимодействия объектов виртуального пространства, сформированных в формате цифровых сущностей в виртуальном пространстве, и выполненный с возможностью управления процессом симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы во времени, а также с возможностью фиксирования состояния процесса симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы для его сохранения с последующим восстановлением с сохраненного момента времени; модуль предъявления объектов виртуальной среды, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью визуализации пользователю объектов виртуального пространства, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуальной среды в формате цифровых сущностей; модуль хранения данных, выполненный с возможностью сохранения типов объектов виртуального пространства, неизменяемых параметров объектов, точек, указанных в триангулярной сетке объекта, где находится зона взаимодействия, типов взаимодействий, связанных с точками взаимодействий, допустимых для каждого типа объекта через заранее определенные сценарии взаимодействия, названий объектов, индивидуальных изменяемых расчетных параметров объектов, индивидуальных изменяемых физических параметров объектов, состояния процесса симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы и выполненный с возможностью передачи сохраненных данных, по крайней мере, в один из модулей для корректировки параметров объектов, параметров взаимодействия объектов, управления объектами, симуляции взаимодействия объектов с восстановлением процесса взаимодействия с сохраненного момента времени.

В одном из частных вариантов реализации система дополнительно содержит модуль комментирования, выполненный с возможностью добавления комментариев пользователем и с возможностью предъявления комментариев пользователям, причем содержание комментариев связано с событиями в виртуальном пространстве и виртуальными объектами.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

ФИГ. 1 иллюстрирует примерный вариант карточки объекта;

ФИГ. 2 иллюстрирует примерный вариант управляющей карточки «Переливание»;

ФИГ. 3 иллюстрирует примерный вариант управляющей карточки «Окружающая среда».

ФИГ. 4 иллюстрирует примерный вариант внешнего вида матрицы для трех изомеров состава C_5H_{12} , где изображены их молекулярные графы, а вершины пронумерованы в произвольном порядке;

ФИГ. 5 иллюстрирует примерный вариант настоящего изобретения;

ФИГ. 6 иллюстрирует пример компьютерной системы общего назначения,

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Объекты и признаки настоящего изобретения, способы для достижения этих объектов и признаков станут очевидными посредством отсылки к примерным вариантам осуществления. Однако настоящее изобретение не ограничивается примерными вариантами осуществления, раскрытыми ниже, оно может воплощаться в различных видах. Сущность, приведенная в описании, является ничем иным, как конкретными деталями, обеспеченными для помощи специалисту в области техники в исчерпывающем понимании изобретения, и настоящее изобретение определяется только в объеме приложенной формулы.

Используемые в настоящем описании настоящего технического решения термины «модуль», «компонент», «элемент» и подобные используются для обозначения компьютерных сущностей, которые могут являться аппаратным обеспечением/оборудованием (например, устройством, инструментом, аппаратом, аппаратурой, составной частью устройства, например, процессором, микропроцессором, интегральной схемой, печатной платой, в том числе электронной печатной платой, макетной платой, материнской платой и т.д., микрокомпьютером и так далее), программным обеспечением (например, исполняемым программным кодом, скомпилированным приложением, программным модулем, частью программного обеспечения или программного кода

и так далее) и/или микропрограммой (в частности, прошивкой). Так, например, компонент может быть процессом, выполняющимся на процессоре (процессором), объектом, исполняемым кодом, программным кодом, файлом, программой/приложением, функцией, методом, (программной) библиотекой, подпрограммой, сопрограммой и/или вычислительным устройством (например, микрокомпьютером или компьютером) или комбинацией программных или аппаратных компонентов.

Настоящее изобретение относится к учебно-исследовательским системам, в том числе программному и аппаратному обеспечению, и включает виртуальную среду для проведения различных лабораторных и исследовательских экспериментов по предметам (учебным дисциплинам), в том числе входящим в Федеральные государственные образовательные стандарты.

Программные средства в совокупности с аппаратными средствами позволяют (пользователям, в частности, обучающимся, ученикам, студентам и т.д.) проверять гипотезы, экспериментировать, исследовать, подтверждать реальность физических законов, расширить спектр манипуляций с объектами и т.д.

Описываемое изобретение позволяет (пользователям) контролировать время внутри эксперимента, замедляя его или ускоряя, в частности, комфортно наблюдать сверхбыстрые события или наоборот, ускорять сверхдолгие – например, рост растения.

Для проведения различных лабораторных и исследовательских экспериментов в виртуальной среде программное и аппаратное обеспечение позволяет взаимодействовать со следующими виртуальными объектами: рабочая область (3D-Стол, сцена, рабочий стол); объекты лабораторной или исследовательской работы, включающие список объектов и объекты из списка; камеру (виртуальную), симуляцию, комментарии.

Рабочая область (3D-Стол, сцена, рабочий стол) используется для размещения и манипуляций с виртуальными физическими объектами, где виртуальные физические объекты являются компьютерными (цифровыми) представлениями физических сущностей (в частности, объектов), сформированных в виртуальном пространстве в формате цифровых виртуальных сущностей. Так, например, виртуальные физические объекты могут быть сформированы с использованием

параметров (характеристик) объектов физического (реального) мира. Например, для физического объекта деревянный брусок могут использоваться такие параметры деревянного бруска, как длина, ширина, высота, материал бруска и т.д., а также параметры окружения, например, параметры окружающей среды, в которой находится (или помещается) данный физический объект (объект реального мира), например, температура а также могут быть заданы физические законы, применимые к физическим объектам, материалам, из которых они изготовлены, воздействия на такой физический объект. Или, например, для физического процесса химической реакции могут быть заданы компоненты (вещества, элементы) реакции, параметры участвующих компонентов, химические, физические и другие известные законы реального мира, в частности, заданные в формате формул в виртуальном пространстве.

В частном случае рабочей областью может являться плоскость, сформированная и отображаемая в виртуальном пространстве, на которой в том числе в рамках ограниченной области может быть осуществлено перемещение с использованием (виртуальной) камеры, а также могут размещаться предметы (объекты) из списка объектов (в частности, библиотеки) и может осуществляться взаимодействие с комментариями (оставлять, редактировать, просматривать и т.д. комментарии).

Объекты лабораторной или исследовательской работы:

- список объектов, являющийся цифровой сущностью, обеспечивающий возможность хранения и выделения объектов, а том числе для их визуализации (с целью прочтения пользователем) и использования в процессе осуществления настоящего изобретения, например, в процессе моделирования реакций, взаимодействий и т.д.;

- объекты из списка объектов (на рабочем столе), с которыми может осуществляться взаимодействие, как описано в рамках настоящего изобретения.

Объекты лабораторной или исследовательской являются элементами (в частном случае, главными элементами) для проведения лабораторной или исследовательской работы. Пользователь может создавать объекты в сцене, взаимодействовать с ними и смотреть на их взаимодействие в режиме симуляции.

Объекты в сцене, в частности, трехмерные объекты (3D-объекты) в сцене, в том числе объекты из списка, размещенные в сцене, могут быть объединены (например, друг с другом), связаны, по крайней мере, с одним другим объектом (в частности, прикреплены к другим объектам), наполнены веществами и т.д, согласно их параметрам, в частности, свойствам.

Упомянутыми объектами могут быть объекты, например, следующих типов:

- электрические элементы;
- емкости - для размещения в них веществ;
- измерительные приборы - для регистрирования (регистрации) параметров объектов (окружающей среды и т.д.), в частности снятия показателей с объектов;
- источник вещества - для наполнения емкостей веществами (жидкими и газообразными);
- твердые тела - металлы, лёд;
- биологические объекты – организованные внеклеточные частицы (вирусы), клетки бактерий, ткани грибов, растений, животных и человека, ферменты и ферментные компоненты, биогенные молекулы нуклеиновой кислоты, лектины, цитокинины, первичные и вторичные метаболиты;
- химические объекты – «чистое вещество», химическое соединение, смесь, раствор;
- исторические сущности – страны, границы, города, армии, правители и т.д.

Объекты в сцене могут принадлежать сразу нескольким типам, например «измерительный прибор» и «твердое тело» (являться измерительным прибором и твердым телом одновременно).

Каждый объект обладает своими (собственными) параметрами (свойствами), в частности, для таких объектов могут быть заданы собственные параметры:

- все редактируемые свойства отображаются в карточке объекта, как показано на ФИГ. 1;
- объекты занимают место на рабочей области, в частности, столе, в которое может быть размещен тот или иной объект или в которое нельзя поставить другие объекты, в том числе пока это место не освободится или в такое место не может быть поставлен объект определенного типа и т.д.;

- у объектов есть заранее определенная зона взаимодействия, при приближении к которой другого объекта (если поднести к ней объект), с которым возможно взаимодействие, то может осуществляться симулирование взаимодействия согласно заданным параметрам взаимодействия (в том числе с использованием формул, алгоритмов и т.д.), причем взаимодействие может быть визуализировано (отображено визуально пользователю). Так, например, при приближении манометра к колбе горло колбы может быть выделено визуально (например, у колбы подсвечивается горло), что визуализирует возможность опустить манометр в районе горла колбы, в частности, с целью установки (крепления) манометра к колбе, согласно заданным параметрам возможности соединения (в частности, объединения) объектов. Так, например, для манометра может быть задана возможность крепления к другим объектам, список (типов) которых может быть указан в базе данных, например, в виде таблицы, причем для таких объектов, к которым возможно крепление других объектов (например, манометра), также указывается в базе данных объекты (типы объектов), с которыми возможно объединение таких объектов. Также, для объектов могут быть заданы области (зоны) взаимодействия таких объектов с другими объектами, например, горло колбы, которые используются для установления связей между объектами и могут быть использованы для визуализации возможных способов соединения объектов;

- у объектов может быть несколько зон взаимодействия, в частности, если с ними доступны разные взаимодействия. Так, если с объектами доступны разные взаимодействия, активируется та зона, которая соответствует предмету, с которым осуществляется взаимодействие, например:

- зона «Размещения» – если предмет является емкостью, объектом;
- зона «Соединение» – если предмет является деталью, электрическим элементом;
- зона «Зажима» – если предмет является емкостью, объектом, малым измерительным прибором. Зажим по умолчанию может быть открыт. Зажим закрывается если в него осуществляется размещение предмета. Зажим может быть открыт или закрыт посредством интерфейса (пользователя);

- зона «Переливания» – если предметом является емкость, источник вещества, причем редактируемые свойства отображаются в карточке переливания, как показано на ФИГ. 2.

Упомянутые объекты хранятся в хранилище данных, например, в базе данных. Так, в базе данных могут храниться базовые названия объектов, заранее определенные (заданные) названия объектов, набор(ы) неизменяемых параметров, набор(ы) изменяемых параметров, например, в формате полей базы данных.

Базовыми названиями объектов, в частности, 3D-объектов, могут являться, например, резистор, конденсатор, мензурка, штатив и т.п.

Заранее определенными названиями объектом могут являться, например, резистор 20 кОм и т.д.

Набор(ы) неизменяемых параметров могут включать типы объектов (в частности, 3D-объектов); индивидуальные неизменяемые параметры объектов, например, в xml-нотации; точки, указанные в триангулярной сетке объекта, где находится зона взаимодействия, например, в xml-нотации; типы взаимодействий, связанные с точками взаимодействий, допустимых для каждого типа объекта, например, в xml-нотации, через заранее определенные сценарии взаимодействия. Типом объекта может являться, например, резистор, конденсатор, мензурка, штатив и т.п. Индивидуальными неизменяемыми параметрами объекта могут являться, например, габаритные размеры в сцене, вид и плотность материала (стекло, металл и т.п.), заранее заданные неизменяемые физические параметры и т.д.

Набор(ы) изменяемых параметров могут включать задаваемые пользователем названия объектов; индивидуальные изменяемые расчетные параметры объектов, например, в xml-нотации; индивидуальные изменяемые физические параметры объектов, например, в xml-нотации. Упомянутыми задаваемыми пользователем названиями объектов могут являться, например, «Мой резистор 25 кОм.». Индивидуальными изменяемыми расчетными параметрами объекта могут являться, например, сопротивление резистора, емкость конденсатора, объем мензурки и т.п. Индивидуальными изменяемыми физическими параметрами объектов могут являться, например, удельное электрическое сопротивление материала резистора, температурный коэффициент сопротивления, теплоемкость и т.д.

На ФИГ. 1 показан примерный вариант карточки объекта.

Как показано на ФИГ. 1 карточка объекта 201 позволяет изменять такие параметры, как задаваемое пользователем название объекта, например, «Мой резистор 25 кОм», «Мой резистор 50 кОм» и т.д. Также карточка объекта 201 позволяет изменять индивидуальные изменяемые параметры объекта, например, сопротивление резистора, емкость конденсатора, объем мензурки, размер мензурки, наличие или отсутствие измерительной шкалы и т.п. Карточка объекта 201 также позволяет изменять индивидуальные изменяемые физические параметры объекта, например, удельное электрическое сопротивление материала резистора, температурный коэффициент сопротивления, теплоемкость, Дж/моль•К и т.п.

Для взаимодействия между объектами (3D объектами) может использоваться набор управляющих воздействий, объединенных в управляющие карточки – например, «Переливание», «Горение», «Охлаждение», «Окружающая среда» и т.п.

На ФИГ. 2 показан примерный вариант управляющей карточки, в частности, примерный вариант управляющей карточки «Переливание».

Показанная на ФИГ. 2 карточка позволяет осуществлять перемещение жидкости или газа из одной емкости в другую или для наполнения емкости из источника. Так, например, упомянутое действие может быть осуществлено перемещение (в том числе инициирован такое действие) с использованием, по крайней мере, одного элемента графического интерфейса пользователя, например, элемента графического интерфейса пользователя «Переместить» 312.

На ФИГ. 3 показан примерный вариант управляющей карточки, в частности, примерный вариант управляющей карточки «Окружающая среда».

Окружающая среда является объектом, участвующим в описанной в настоящем изобретении симуляции и заполняет полностью лабораторию (в частности, сцену), и в частном случае, по умолчанию заполняет все созданные емкости (находящиеся на сцене). Открытые емкости участвуют в теплообмене с окружающей средой.

Показанная на ФИГ. 3 карточка окружающей среды 403 позволяет настраивать параметры окружающей среды, например, температуру, давление, относительную влажность и т.д. с использованием соответствующих элементов интерфейса, в частности, элементов графического интерфейса пользователя (413).

Комментарии – цифровая (компьютерная) сущность, обеспечивающая возможность читать и оставлять комментарии в проекте, связывая (привязывая) текст комментариев с событиями или виртуальными физическими объектами.

Виртуальная (программная) камера для перемещения взгляда пользователя в виртуальной среде, в частности, по рабочему пространству (рабочей области и т.д.). Виртуальная камера может быть расположена в виртуальной (программной) сцене. Так, виртуальная сцена может включать виртуальную камеру и виртуальный (программный) контент. Виртуальная (трехмерная) сцена может включать программные объекты, в частности, геометрические объекты (плоские и объемные), который (например, одна из поверхностей которого) может содержать контент, причем пользователь может управлять камерой для перемещения камеры в виртуальном пространстве или управление камерой может осуществляться автоматически средствами описываемого изобретения. Так, например, сцена может содержать плоскость, на поверхности которой может быть отображена цифровая сущность (в частности, контент), например, текст в виде списка. Камера может быть размещена, например, внутри сферы или куба для отображения контента, размещенного на внутренней поверхности такой сферы или куба. Виртуальная камера (программная камера, виртуальная 3D камера) может определять какую часть сцены (в частности, контента) отображать пользователю в тот или иной момент. Виртуальная камера управляется пользователем (средствами описываемой системы), например, с использованием, по крайней мере, одного устройства ввода (данных), например, с использованием джойстика, клавиатуры, манипулятора типа "Мышь" и т.д. и может быть ориентирована в сцене в зависимости от заданного алгоритма и/или действий пользователя и определяет видимую область такого пространства. В частном случае область видимого пространства (видимая область пространства) является пирамидой, например, усеченной пирамидой и может определяться углами поля зрения. Виртуальная камера может быть расположена в любой точке сцены для приема изображения, размещенного в сцене, причем будет виден контент, размещенный на объекте сцены. Визуализированное сформированное изображение с виртуальной камеры выводится средствами описываемой системы на средство визуализации (отображения) данных, например, на монитор (дисплей), для наблюдения объектов сцены пользователем. Так,

формирование изображения осуществляется посредством размещения виртуальной камеры в сцене и визуализации растрового изображения с этой камеры на мониторе.

Симуляция – цифровая (компьютерная) сущность, являющаяся физически корректным взаимодействием объектов между собой (в зависимости от законов, сформированных в виртуальном пространстве, например, в формате формул, зависимостей и т.д., на основе законов реального мира).

Симуляция является управлением процессом проведения лабораторной или исследовательской работы во времени. В частном случае, симуляция в сцене непрерывна. В частном случае, пользователь может управлять скоростью симуляции (задавать скорость симуляции). Также может осуществляться сохранение системы (в частности, системы в сцене), в частности, симуляции, сцены, состояния объектов и т.д., например, пользователем и/или средствами описываемой системы и вернуть сохраненному состоянию, в том числе в определенный момент времени.

Моделирование химических, физических (и других известных) процессов осуществляется с использованием функционала, реализованного описываемой системой, в том числе с использованием алгоритмов (компьютерных, математических), математических формул и т.д., описывающих поведение физических и химических объектов в заданных пользователем параметрах, в частности, в объекте «Окружающая среда», карточка которого показана на ФИГ. 3.

Для каждого предмета (например, входящего в Федеральные государственные образовательные стандарты), заранее задаются объекты (3D-объекты) для проведения различных лабораторных и исследовательских экспериментов, и для каждого заранее заданного (определенного) объекта задаются параметры таких объектов и их взаимодействия, в том числе посредством набора алгоритмов взаимодействия с другими, заранее определенными объектами. Используемые параметры, в том числе наборы алгоритмов, определяются той областью знаний, для которой создаётся виртуальная среда для проведения различных лабораторных и исследовательских экспериментов.

Так, например, для проведения виртуальных экспериментов по предмету «Физика», раздел «Молекулярная физика», задаются и используются средствами описываемой системы настройки, параметры и т.д., в том числе алгоритмы,

описывающие физические свойства тел в различных агрегатных состояниях на основе их молекулярного строения.

В частном случае для, проведения виртуальных экспериментов по предмету «Физика», раздел «Электродинамика», используются алгоритмы, описывающие работу электрических цепей.

В частном случае, под алгоритмом понимаются математические формулы, описывающие физические или химические законы, которые могут быть использованы в виртуальной среде для проведения различных лабораторных и исследовательских экспериментов, согласно тем или иным предметам (например, входящим в Федеральные государственные образовательные стандарты).

В частном случае, для проведения виртуальных экспериментов по предмету «Физика», раздел «Молекулярная физика», используются следующие для расчета формулы в алгоритмах:

- «Количество вещества»,
- «Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа»,
- «Средняя квадратичная скорость молекул идеального газа»,
- «Средняя кинетическая энергия молекулы одноатомного газа»,
- «Давление идеального газа», «Закон Бойля-Мариотта»,
- «Закон Шарля»,
- «Закон Гей-Люссака»,
- «Уравнение Менделеева-Клапейрона»,
- «Объединенный закон газового состояния (уравнение Клапейрона)»,
- «Закон Дальтона»,
- «Внутренняя энергия идеального одноатомного газа»,
- «Элементарная работа, совершаемая газом»,
- «Первый закон термодинамики»,
- «Теплоемкость идеального газа».

В частном случае, все объекты (3D-объекты) в виртуальных экспериментах по предмету физика, раздел «Молекулярная физика», делятся на четыре агрегатных состояния: Твердый, Жидкий, Газообразный и Плазма. При этом Твердые тела делятся на Кристаллические и Аморфные.

Для каждого типа и вида объектов задаются, в частности, определяются и назначаются, те или иные формулы, которые описывают его поведение и взаимодействие с другими типами и видами объектов.

В частном случае, для упрощения вычислений, в виртуальных экспериментах по предмету физика, раздел «Молекулярная физика», могут быть использованы следующие виды взаимодействий (процессов) – изотермический, изохорный, изобарный, адиабатный процессы.

Моделирование биологических процессов (математическое и логико-математическое описания структуры, связей и закономерностей функционирования живых систем) осуществляется, в том числе строятся (формируются), с использованием, в том числе, на основе, ранее описанных экспериментальных данных, формализовано описывающих гипотезу, теорию или ранее открытую закономерность того или иного биологического феномена и, в частном случае, не требуют дальнейшей опытной проверки.

В частном случае, для проведения виртуальных экспериментов по предмету химия, раздел «Неорганическая химия» используется следующая логика моделирования:

- устанавливается (в частности, вычисляется), выгодно ли энергетически протекание той или иной химической реакции. Например, может ли она протекать самопроизвольно без подвода энергии извне? На этот вопрос дает ответ термодинамическая функция – энергия Гиббса (потенциал Гиббса);

- осуществляется вычисление скорости и механизма химических реакций с использованием используя формул химической кинетики. Так, например, существуют термодинамически выгодные химические реакции, но протекающие очень медленно кинетически. Примером такой реакции может быть реакция горения графита в кислороде с образованием углекислого газа;

- вычисляется (рассчитывается) скорость химической реакции в зависимости от температуры и от катализатора с учетом колебательных реакций, где скорость химической реакции – это изменение количества вещества в единицу времени в единице реакционного пространства, а колебательные реакции – реакции, характеризующиеся колебаниями концентраций некоторых промежуточных соединений и соответственно скоростей превращения;

- рассчитываются молярные массы веществ, а потом и общая масса, и объём результирующего вещества с использованием уравнения реакции для каждого химического вещества;

причем при расчете учитывается, что многие химические реакции обратимы, т.е. могут протекать как в прямом, так и в обратном направлении, а при некоторых (равновесных) концентрациях исходных веществ и продуктов реакции скорости прямой и обратной реакции становятся равны, и наступает химическое равновесие или фазовое равновесие.

В частном случае, для проведения виртуальных экспериментов по предмету химия, раздел «Органическая химия» используются следующая логика моделирования:

- графы являются объектами, в частности, математическими объектами, которые можно характеризовать с помощью чисел и выражают строение молекул числами, которые связаны со структурой молекулярных графов (так называемых «топологических индексов»). Топологический индекс позволяет устанавливать связь между его значениями и свойствами веществ, и затем использовать эту связь для расчета массы и объём результирующего вещества;

- способы расчета топологических индексов должны удовлетворять следующим требованиям:

- каждой молекуле соответствует свой, индивидуальный индекс;

- близкие по свойствам молекулы имеют похожие индексы;

- основой для построения многих индексов служит понятие «матрица расстояний» (так называют матрицу, элементы которой показывают число ребер, разделяющих соответствующие вершины молекулярного графа). Примерный вариант внешнего вида матрицы для трех изомеров состава C_5H_{12} показан на ФИГ. 4, где изображены их молекулярные графы, а вершины пронумерованы в произвольном порядке);

- диагональные элементы матрицы расстояний для углеводородов равны 0. В первом графе (574, ФИГ. 4а) вершина 1 (501) связана с вершиной 2 (502) одним ребром (506), поэтому элемент матрицы $d_{12} = 1$; вершина 1 (501) связана с вершиной 3 (503) двумя ребрами (506, 507), поэтому элемент матрицы $d_{13} = 2$; вершина 1 (501) связана с вершиной 4 (504) тремя ребрами (506, 507, 508), поэтому элемент матрицы

$d_{14} = 3$; вершина 1 (501) связана с вершиной 5 четырьмя ребрами (506, 507, 508, 509), поэтому элемент матрицы $d_{15} = 4$ и так далее для остальных элементов для такой матрицы. Аналогично, вычисляются элементы матрицы для второго графа (584, ФИГ. 4б) и третьего графа (594, ФИГ. 4в). Таким образом, полные матрицы расстояний для трех графов могут быть записаны в следующем виде (матрица слева – для первого графа, матрица в центре – для второго графа и матрица справа - для третьего графа):

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & 3 \\ 2 & 1 & 2 & 3 & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

-расстояние между вершинами не зависит от порядка их перечисления, поэтому матрицы расстояний симметричны относительно диагонали;

- другим типом индексов является индекс Рандича, который основан не на расстояниях между вершинами, а на числе ближайших соседей для каждой вершины. Данный индекс рассчитывается по формуле:

$$\chi(G) = \sum_{\substack{\text{всех} \\ \text{ребрам}}} \frac{1}{\sqrt{v_i v_j}}$$

где v_i – степень i -й вершины, то есть число ребер, от нее отходящих. Для других графов индекс Рандича равен:

$$\chi(G_1) = \frac{1}{\sqrt{v_1 v_2}} + \frac{1}{\sqrt{v_2 v_3}} + \frac{1}{\sqrt{v_3 v_4}} + \frac{1}{\sqrt{v_4 v_5}} = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} = 1 + \sqrt{2} = 2.414$$

$$\chi(G_2) = \frac{1}{\sqrt{v_1 v_2}} + \frac{1}{\sqrt{v_2 v_3}} + \frac{1}{\sqrt{v_3 v_4}} + \frac{1}{\sqrt{v_2 v_5}} = \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{6}} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} = 2.270$$

$$\chi(G_3) = \frac{1}{\sqrt{v_1 v_2}} + \frac{1}{\sqrt{v_2 v_3}} + \frac{1}{\sqrt{v_2 v_4}} + \frac{1}{\sqrt{v_2 v_5}} = 4 \frac{1}{\sqrt{4}} = 2.000$$

Этот индекс уменьшается с увеличением степени разветвленности углеродного скелета (используют для описания физических свойств алканов). Алканы не содержат никаких «особенностей» – двойных и тройных связей или атомов других элементов, которые могут кардинально изменить свойства

вещества, добавление одного атома кислорода превращает инертный газообразный этан C_2H_6 в жидкий этанол C_2H_5OH .

- в топологических индексах молекул, более сложных, чем алканы, может учитываться присутствие кратных связей и гетероатомов (в частности, путем присвоения вершинам и ребрам графов определенных числовых коэффициентов – «весов»);

- использование топологических индексов для характеристики биологической активности препаратов позволяет значительно сэкономить время и средства (большое число веществ, которые по результатам расчета индексов заведомо не обладают требуемыми свойствами отбрасывают).

Для моделирования взаимодействия между научными дисциплинами, например, моделирование поведения объектов электрической цепи и при одновременном нагревании этих объектов используются алгоритмы описания поведения объектов при различных химических и физических процессах.

Так, например, если для объекта (3D-объекту) заданы изменяемые физические параметры объекта (такие, как, например, удельное электрическое сопротивление материала резистора, температурный коэффициент сопротивления, теплоемкость и т.п.), например, в базе данных у 3D-объекта заполнены поля изменяемых физических параметров 3D-объекта в xml-нотации, то при одновременном воздействии на объект в эксперименте (виртуальном эксперименте в сцене) различных электрических, тепловых или неорганических химических реакций, может осуществляться средствами описываемой системы алгоритмический расчет их совместного взаимодействия, используя следующие правила:

- термохимические уравнения реакции взаимодействия нескольких неорганических химических объектов в виртуальном эксперименте, рассчитываются через закон Гесса, при условии, что тепловой эффект реакции не зависит от промежуточных стадий, а определяется лишь начальным и конечным состоянием системы и при условии, что давление или объем в течение всего процесса остаются неизменными;

- удельное сопротивление материалов при нагревании увеличивается в результате увеличения скорости движения атомов в материале проводника с возрастанием температуры. Удельное сопротивление электролитов и угля при

нагревании, наоборот, уменьшается, так как у этих материалов, кроме увеличения скорости движения атомов и молекул, возрастает число свободных электронов и ионов в единице объема.

На ФИГ. 5 показан примерный вариант предлагаемой системы.

Как показано на Фиг. 5 предлагаемая система включает модуль задания параметров объектов виртуального пространства 605, соответствующих объектам реального мира. Модуль задания параметров объектов виртуального пространства 605 позволяет осуществлять задание параметров объектов виртуального пространства, причем задаваемые параметры могут включать физические, биологические, химические и другие известные свойства объекта виртуального пространства, соответствующие физическим, биологическим, химическим и другим известным свойствам объекта реального мира. Параметры объектов виртуального пространства могут включать набор(ы) неизменяемых параметров и набор(ы) изменяемых параметров объектов виртуального пространства, причем наборы неизменяемых параметров могут включать тип объекта, точки в триангулярной сетке объекта, в которой находится, по крайней мере, одна зона взаимодействия такого объекта, типы взаимодействий, связанные с точками взаимодействий, допустимых для каждого типа объекта. Набор неизменяемых параметров может включать название объекта, расчетные параметры объекта, изменяемые физические параметры объекта, где зона взаимодействия объекта может быть заранее задана (например, пользователем) и при приближении к которой другого объекта, с которым возможно взаимодействие, осуществляется симуляция взаимодействия с объектом или между объектами согласно заданным параметрам взаимодействия. Зона взаимодействия может выбираться автоматически средствами описываемой системы, например, в зависимости от типа объекта, с которым осуществляется взаимодействие, или одна из доступных зон взаимодействия может быть выбрана пользователем, причем возможная для выбора зона может быть выделена (например, подсвечена) средствами описываемой системы, например, модулем предъявления объектов виртуальной среды, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуального пространства 640.

Показанная на ФИГ. 5 также содержит модуль создания и добавления объектов виртуального пространства 615. Модуль создания и добавления объектов виртуального пространства 615 позволяет осуществлять создание объектов виртуального пространства в виртуальном пространстве на основе заданных параметров и добавлять созданные объекты виртуального пространства в виртуальную рабочую область, являющуюся частью виртуального пространства, на которой размещаются объекты виртуального пространства и осуществляются манипуляции такими объектами пользователем, и в которой осуществляется симуляция взаимодействия между объектами виртуального пространства согласно заданным параметрам взаимодействия.

Описываемая система также содержит модуль задания параметров взаимодействия объектов виртуального пространства 625. Модуль задания параметров взаимодействия объектов виртуального пространства 625 позволяет осуществлять задание параметров взаимодействия объектов виртуального пространства с использованием, по крайней мере, одного набора управляющих воздействий, объединенных в управляющие цифровые сущности, сформированные для определенного типа объекта виртуального пространства, где параметры взаимодействия задаются алгоритмами взаимодействия, по крайней мере, одного объекта виртуального пространства, по крайней мере, с одним другим объектом виртуального пространства с использованием физических и химических законов взаимодействия объектов, определяемых соответствующими формулами в формате цифровых сущностей, где алгоритмы определяются областью знаний, соответствующей виртуальному пространству.

Показанная на ФИГ. 5 также содержит модуль управления объектами виртуального пространства и взаимодействия между объектами виртуального пространства 630. Модуль управления объектами виртуального пространства и взаимодействия между объектами виртуального пространства 630 позволяет пользователю управлять объектами виртуального пространства, например, перемещать их в виртуальном пространстве с использованием устройств ввода данных (например, клавиатуры, очков виртуальной реальности, джойстика и т.д.)

для осуществления взаимодействия между объектами виртуального пространства с возможностью выбора типа взаимодействия.

Описываемая система также содержит модуль симуляции взаимодействия объектов виртуального пространства 635. Модуль симуляции взаимодействия объектов виртуального пространства 635 позволяет осуществлять физически корректные взаимодействия объектов между собой и обработку результатов взаимодействия объектов виртуальной среды в зависимости от параметров объектов виртуального пространства, параметров взаимодействия объектов виртуального пространства, сформированных в формате цифровых сущностей в виртуальном пространстве. Также модуль симуляции взаимодействия объектов виртуального пространства 635 позволяет управлять процессом симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы во времени, а также с фиксировать состояние процесса симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы для его сохранения с последующим восстановлением с сохраненного момента времени.

Показанная на ФИГ. 5 также содержит модуль предъявления объектов виртуальной среды, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуального пространства 640. Модуль предъявления объектов виртуальной среды, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуального пространства 640 осуществляет визуализацию объектов виртуального пространства, взаимодействия объектов виртуальной среды и результаты взаимодействия объектов виртуальной среды в формате цифровых сущностей. Так, например, модуль предъявления объектов виртуальной среды, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуального пространства 640 может отображать объекты виртуального пространства на дисплее вычислительного устройства.

Показанная на ФИГ. 5 также содержит модуль хранения данных 645. Модуль хранения данных 645 позволяет сохранять типы объектов виртуального пространства, неизменяемые параметры объектов, точки, указанных в триангулярной сетке объекта, где находится зона взаимодействия, типы взаимодействий, связанные с точками взаимодействий, допустимых для каждого

типа объекта через заранее определенные сценарии взаимодействия, названия объектов, индивидуальные изменяемые расчетные параметры объектов, индивидуальные изменяемые физические параметры объектов, состояния процесса симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы. Также, модуль хранения данных 645 осуществляет передачу сохраненных данных, по крайней мере, в один из модулей для корректировки параметров объектов, параметров взаимодействия объектов, управления объектов, симуляции взаимодействия объектов с восстановлением процесса взаимодействия с сохраненного момента времени.

Описываемая система также может содержать модуль комментирования, выполненный с возможностью добавления комментариев пользователем и с возможностью предъявления комментариев пользователям, причем содержание комментариев связано с событиями в виртуальном пространстве и виртуальными объектами.

На ФИГ. 6 показан пример компьютерной системы общего назначения, которая включает в себя многоцелевое вычислительное устройство в виде компьютера 20 или сервера, включающего в себя процессор 21, системную память 22 и системную шину 23, которая связывает различные системные компоненты, включая системную память с процессором 21.

Системная шина 23 может быть любого из различных типов структур шин, включающих шину памяти или контроллер памяти, периферийную шину и локальную шину, использующую любую из множества архитектур шин. Системная память включает постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) 24 и оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) 25. В ПЗУ 24 хранится базовая система ввода/вывода 26 (БИОС), состоящая из основных подпрограмм, которые помогают обмениваться информацией между элементами внутри компьютера 20, например, в момент запуска.

Компьютер 20 также может включать в себя накопитель 27 на жестком диске для чтения с и записи на жесткий диск, не показан, накопитель 28 на магнитных дисках для чтения с или записи на съёмный магнитный диск 29, и накопитель 30 на оптическом диске для чтения с или записи на съёмный оптический диск 31 такой,

как компакт-диск, цифровой видео-диск и другие оптические средства. Накопитель 27 на жестком диске, накопитель 28 на магнитных дисках и накопитель 30 на оптических дисках соединены с системной шиной 23 посредством, соответственно, интерфейса 32 накопителя на жестком диске, интерфейса 33 накопителя на магнитных дисках и интерфейса 34 оптического накопителя. Накопители и их соответствующие читаемые компьютером средства обеспечивают энергонезависимое хранение читаемых компьютером инструкций, структур данных, программных модулей и других данных для компьютера 20.

Хотя описанная здесь типичная конфигурация использует жесткий диск, съёмный магнитный диск 29 и съёмный оптический диск 31, специалист примет во внимание, что в типичной операционной среде могут также быть использованы другие типы читаемых компьютером средств, которые могут хранить данные, которые доступны с помощью компьютера, такие как магнитные кассеты, карты флеш-памяти, цифровые видеодиски, картриджи Бернулли, оперативные запоминающие устройства (ОЗУ), постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) и т.п.

Различные программные модули, включая операционную систему 35, могут быть сохранены на жёстком диске, магнитном диске 29, оптическом диске 31, ПЗУ 24 или ОЗУ 25. Компьютер 20 включает в себя файловую систему 36, связанную с операционной системой 35 или включенную в нее, одно или более программное приложение 37, другие программные модули 38 и программные данные 39. Пользователь может вводить команды и информацию в компьютер 20 при помощи устройств ввода, таких как клавиатура 40 и указательное устройство 42. Другие устройства ввода (не показаны) могут включать в себя микрофон, джойстик, геймпад, спутниковую антенну, сканер или любое другое.

Эти и другие устройства ввода соединены с процессором 21 часто посредством интерфейса 46 последовательного порта, который связан с системной шиной, но могут быть соединены посредством других интерфейсов, таких как параллельный порт, игровой порт или последовательная шина (УПШ). Монитор 47 или другой тип устройства визуального отображения также соединен с системной шиной 23 посредством интерфейса, например, видеоадаптера 48. В дополнение к

монитору 47, персональные компьютеры обычно включают в себя другие периферийные устройства вывода (не показано), такие как динамики и принтеры.

Компьютер 20 может работать в сетевом окружении посредством логических соединений к одному или нескольким удаленным компьютерам 49. Удаленный компьютер (или компьютеры) 49 может представлять собой другой компьютер, сервер, роутер, сетевой ПК, пиринговое устройство или другой узел единой сети, а также обычно включает в себя большинство или все элементы, описанные выше, в отношении компьютера 20, хотя показано только устройство хранения информации 50. Логические соединения включают в себя локальную сеть (ЛВС) 51 и глобальную компьютерную сеть (ГКС) 52. Такие сетевые окружения обычно распространены в учреждениях, корпоративных компьютерных сетях, Интернете.

Компьютер 20, используемый в сетевом окружении ЛВС, соединяется с локальной сетью 51 посредством сетевого интерфейса или адаптера 53. Компьютер 20, используемый в сетевом окружении ГКС, обычно использует модем 54 или другие средства для установления связи с глобальной компьютерной сетью 52, такой как Интернет.

Модем 54, который может быть внутренним или внешним, соединен с системной шиной 23 посредством интерфейса 46 последовательного порта. В сетевом окружении программные модули или их части, описанные применительно к компьютеру 20, могут храниться на удаленном устройстве хранения информации. Надо принять во внимание, что показанные сетевые соединения являются типичными, и для установления коммуникационной связи между компьютерами могут быть использованы другие средства.

В заключение следует отметить, что приведенные в описании сведения являются примерами, которые не ограничивают объем настоящего изобретения, определенного формулой. Специалисту в данной области становится понятным, что могут существовать и другие варианты осуществления настоящего изобретения, согласующиеся с сущностью и объемом настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Универсальная система для проведения виртуальных лабораторных и исследовательских экспериментов, которая включает:

- модуль задания параметров объектов виртуального пространства, соответствующих объектам реального мира, выполненный с возможностью задания параметров объектов виртуального пространства, причем задаваемые параметры включают, по крайней мере, физические, химические и/или биологические свойства объекта виртуального пространства, соответствующие, по крайней мере, физическим, химическим и/или биологическим свойствам объекта реального мира, и параметры объектов виртуального пространства включают, по крайней мере, один набор неизменяемых параметров и, по крайней мере, один набор изменяемых параметров объектов виртуального пространства, причем набор неизменяемых параметров включает, по крайней мере, тип объекта, точки в триангулярной сетке объекта, в которой находится, по крайней мере, одна зона взаимодействия такого объекта, типы взаимодействий, связанные с точками взаимодействий, допустимых для каждого типа объекта, а набор неизменяемых параметров включает, по крайней мере, название объекта, расчетные параметры объекта, изменяемые физические параметры объекта, где зона взаимодействия объекта заранее задана и при приближении к которой другого объекта, с которым возможно взаимодействие, осуществляется симуляция взаимодействия с объектом или между объектами согласно заданным параметрам взаимодействия, причем зона взаимодействия выбирается автоматически в зависимости от типа объекта, с которым осуществляется взаимодействие или пользователем выбирается одна из доступных зон взаимодействия;

- модуль создания и добавления объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью создания объектов виртуального пространства в виртуальном пространстве на основе заданных параметров и возможностью добавления созданных объектов виртуального пространства в виртуальную рабочую область, являющуюся частью виртуального

пространства, на которой размещаются объекты виртуального пространства и осуществляются манипуляции такими объектами пользователем, и в которой осуществляется симуляция взаимодействия между объектами виртуального пространства согласно заданным параметрам взаимодействия;

- модуль задания параметров взаимодействия объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью задания параметров взаимодействия объектов виртуального пространства с использованием, по крайней мере, одного набора управляющих воздействий, объединенных в управляющие цифровые сущности, сформированные для определенного типа объекта виртуального пространства, где параметры взаимодействия задаются алгоритмами взаимодействия, по крайней мере, одного объекта виртуального пространства, по крайней мере, с одним другим объектом виртуального пространства с использованием физических и химических законов взаимодействия объектов, определяемых соответствующими формулами в формате цифровых сущностей, где алгоритмы определяются областью знаний, соответствующей виртуальному пространству;

- модуль управления объектами виртуального пространства и взаимодействия между объектами виртуального пространства, выполненный с возможностью управления пользователем объектами виртуального пространства с возможностью их перемещения в виртуальном пространстве с использованием устройств ввода данных для осуществления взаимодействия между объектами виртуального пространства с возможностью выбора типа взаимодействия;

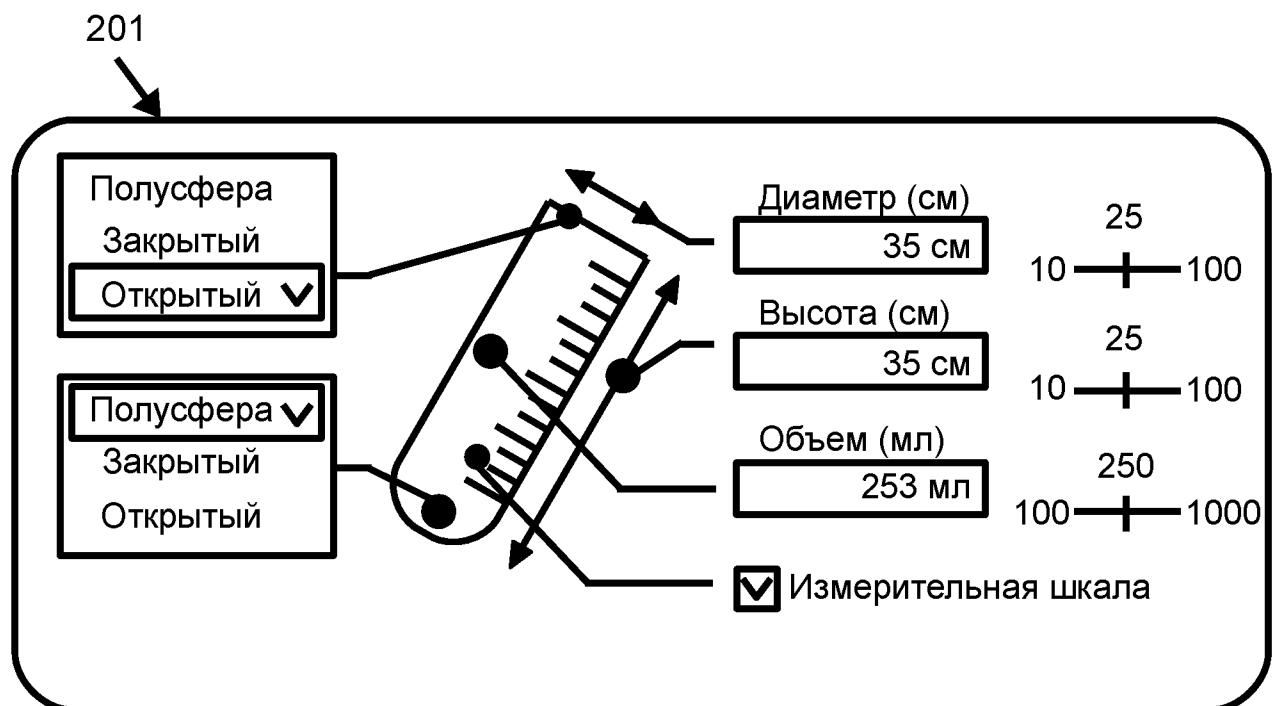
- модуль симуляции взаимодействия объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью осуществления физически корректных взаимодействий объектов между собой и обработки результатов взаимодействия объектов виртуальной среды в зависимости от параметров объектов виртуального пространства, параметров взаимодействия объектов виртуального пространства, сформированных в формате цифровых сущностей в виртуальном пространстве, и выполненный с возможностью управления процессом симуляции проведения лабораторной или

исследовательской работы во времени, а также с возможностью фиксирования состояния процесса симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы для его сохранения с последующим восстановлением с сохраненного момента времени;

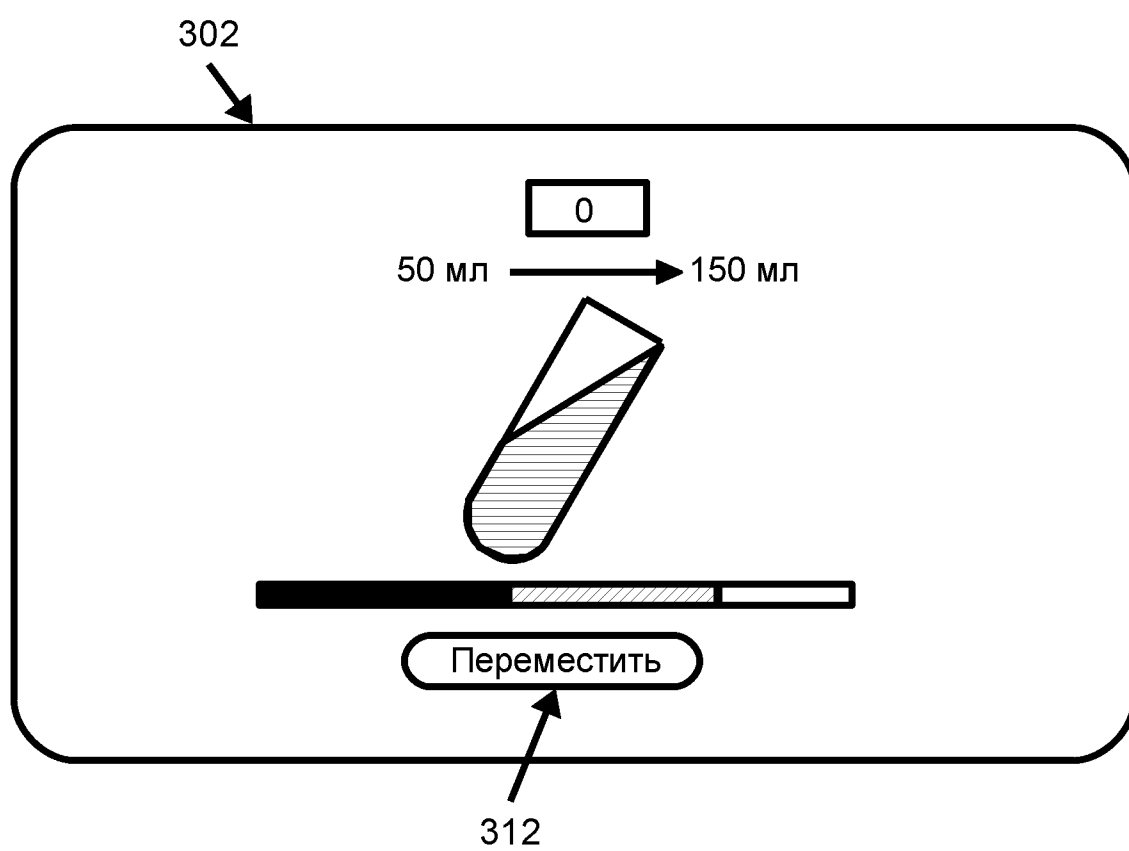
- модуль предъявления объектов виртуальной среды, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуального пространства, выполненный с возможностью визуализации пользователю объектов виртуального пространства, взаимодействия объектов виртуальной среды и результатов взаимодействия объектов виртуальной среды в формате цифровых сущностей;

- модуль хранения данных, выполненный с возможностью сохранения типов объектов виртуального пространства, неизменяемых параметров объектов, точек, указанных в триангулярной сетке объекта, где находится зона взаимодействия, типов взаимодействий, связанных с точками взаимодействий, допустимых для каждого типа объекта через заранее определенные сценарии взаимодействия, названий объектов, индивидуальных изменяемых расчетных параметров объектов, индивидуальных изменяемых физических параметров объектов, состояния процесса симуляции проведения лабораторной или исследовательской работы и выполненный с возможностью передачи сохраненных данных, по крайней мере, в один из модулей для корректировки параметров объектов, параметров взаимодействия объектов, управления объектов, симуляции взаимодействия объектов с восстановлением процесса взаимодействия с сохраненного момента времени.

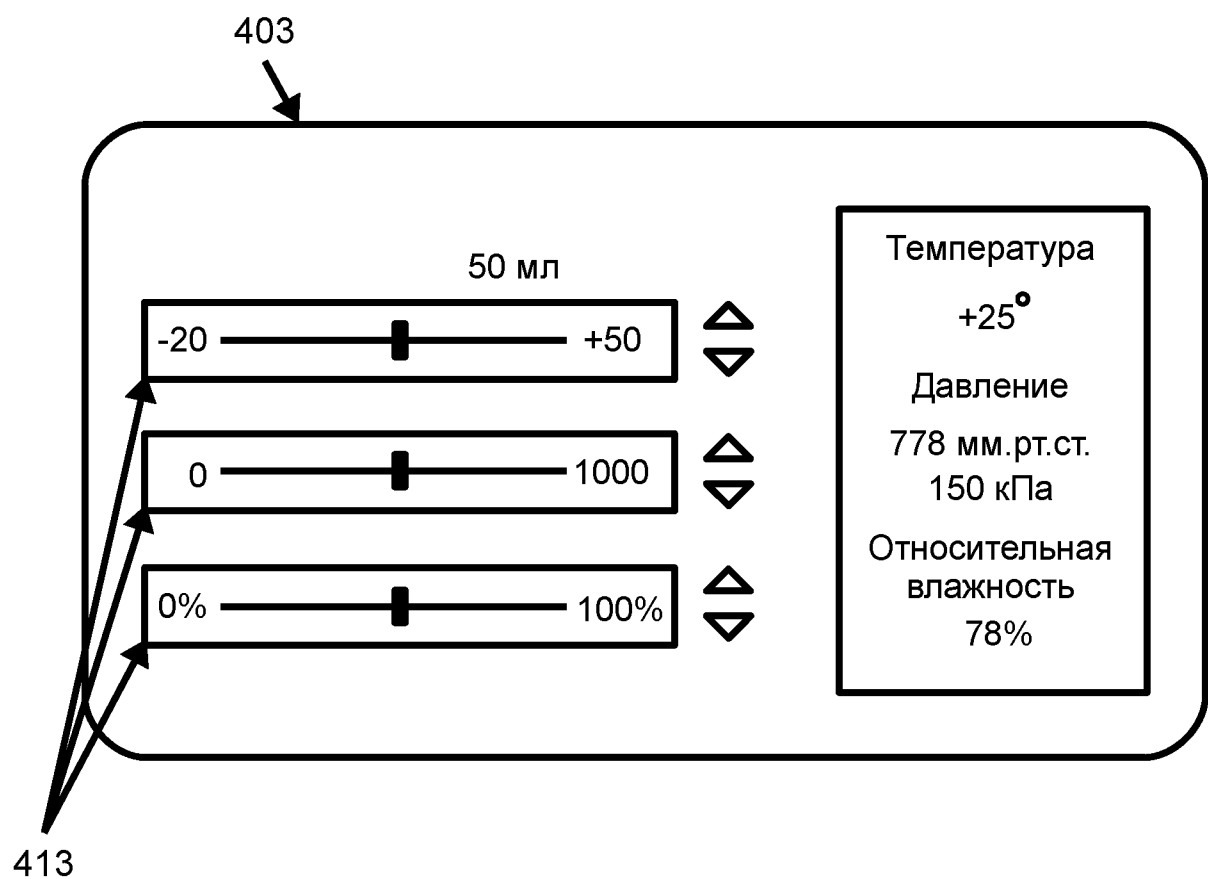
2. Система по п. 1, дополнительно содержащая модуль комментирования, выполненный с возможностью добавления комментариев пользователем и с возможностью предъявления комментариев пользователям, причем содержание комментариев связано с событиями в виртуальном пространстве и виртуальными объектами.



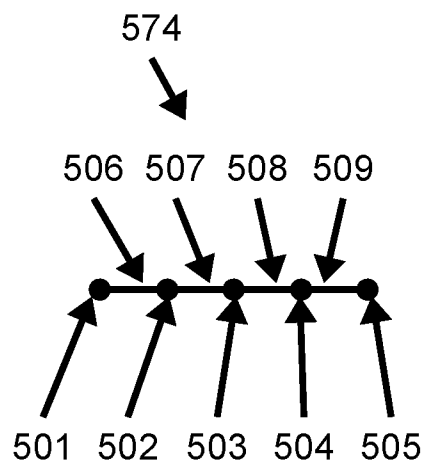
ФИГ. 1



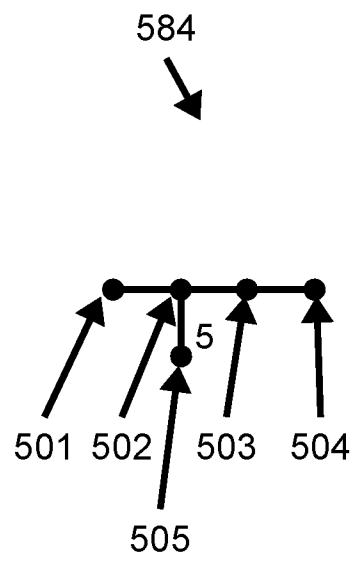
ФИГ. 2



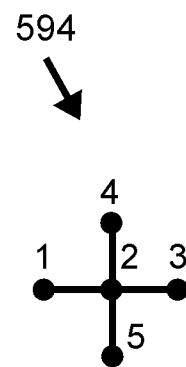
ФИГ. 3



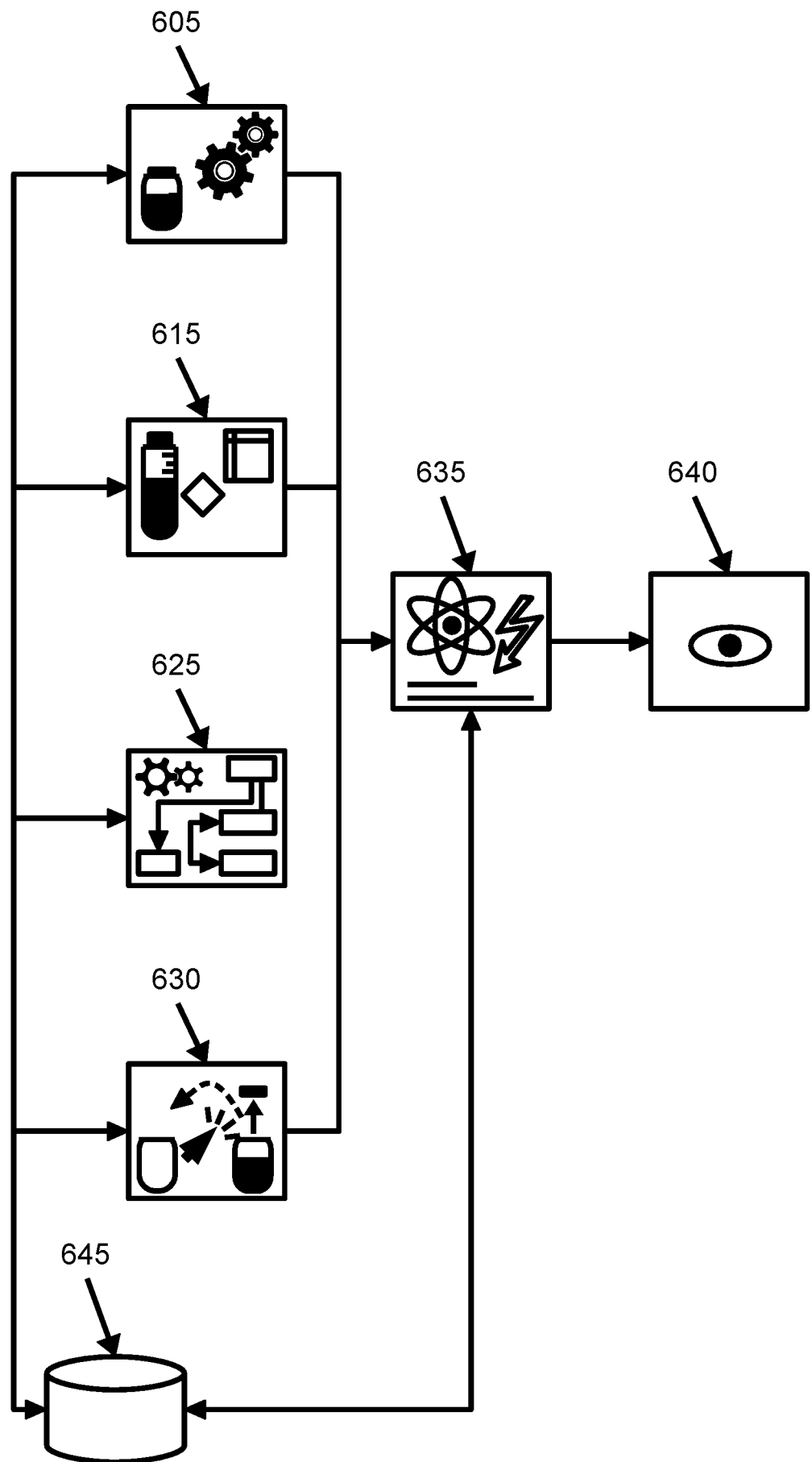
(a)



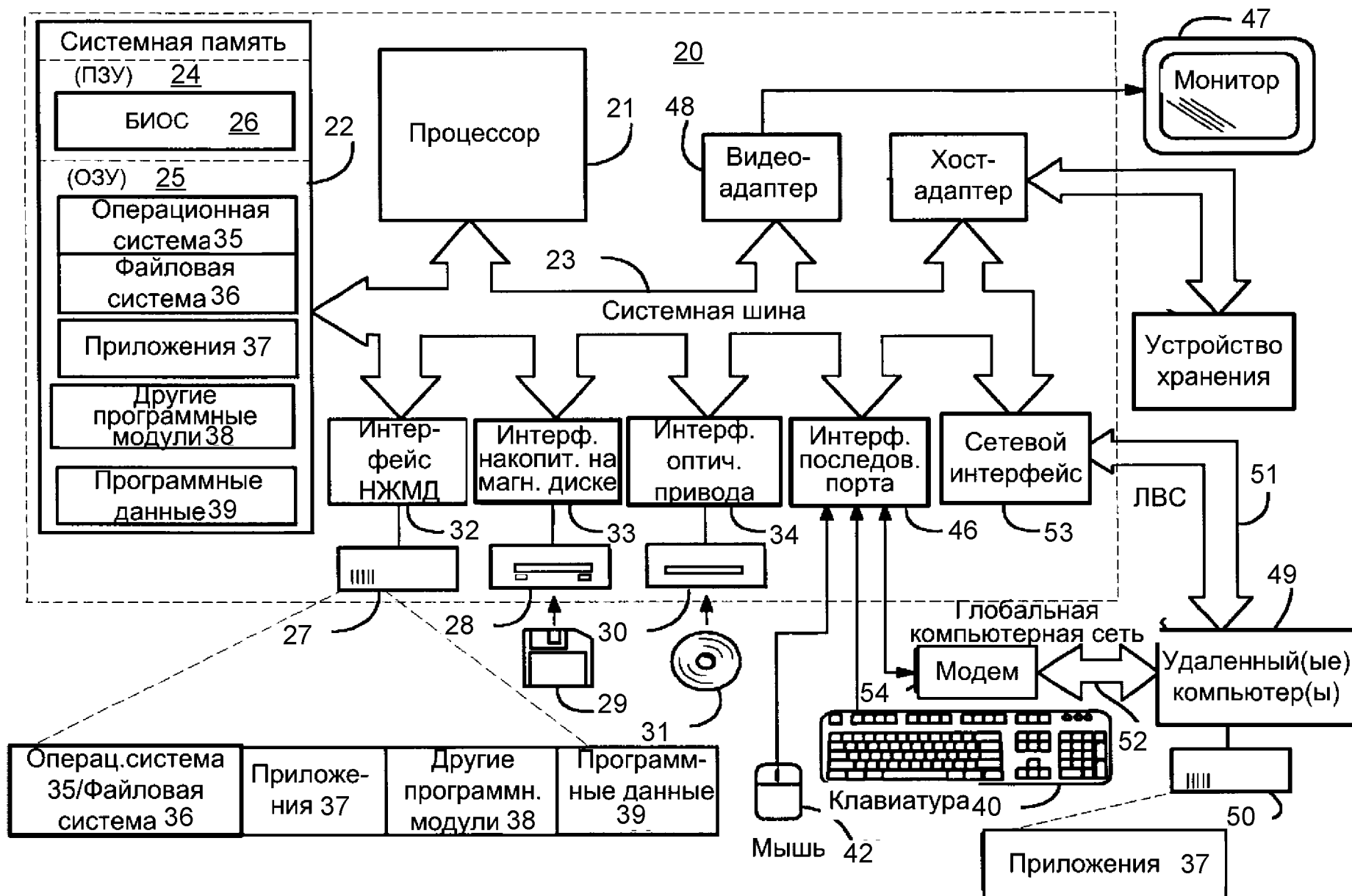
(б)



(в)



ФИГ. 5



ФИГ. 6