

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2697957

### СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Патентообладатель: *Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)*

Авторы: *Аксененко Дмитрий Александрович (RU), Балько  
Роман Валерьевич (RU), Касьяненко Андрей Александрович  
(RU), Симко Денис Львович (RU), Шрамко Денис  
Александрович (RU)*

Заявка № 2018122947

Приоритет изобретения 25 июня 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 21 августа 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 25 июня 2038 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА

ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

*B66F 19/00* (2006.01)

(52) СПК

*G09B 19/00* (2019.05)*G09B 9/00* (2019.05)

((12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ)

Статус: действует (последнее изменение статуса: 06.09.2019)

(21)(22) Заявка: [2018122947](#), 25.06.2018(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.06.2018Дата регистрации:  
21.08.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.06.2018

(45) Опубликовано: [21.08.2019](#) Бюл. № [24](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2455699 C1, 10.07.2012. RU 2639932 C2, 25.12.2017. RU 2166211 C2, 27.04.2001. RU 2229166 C1, 20.05.2004. US 4754410 A1, 28.06.1988. US 20030129575 A1, 10.07.2003.

Адрес для переписки:

629300, Ямало-Ненецкий автономный окр.,  
Красноселькупский р-н, с. Красноселькуп,  
ул. Ленина, 22, ОАО "Севернефтегазпром",  
главному инженеру - первому зам.  
генерального директора Касьяненко  
Андрею Александровичу

(72) Автор(ы):

Аксененко Дмитрий Александрович (RU),  
Балько Роман Валерьевич (RU),  
Касьяненко Андрей Александрович (RU),  
Симко Денис Львович (RU),  
Шрамко Денис Александрович (RU)

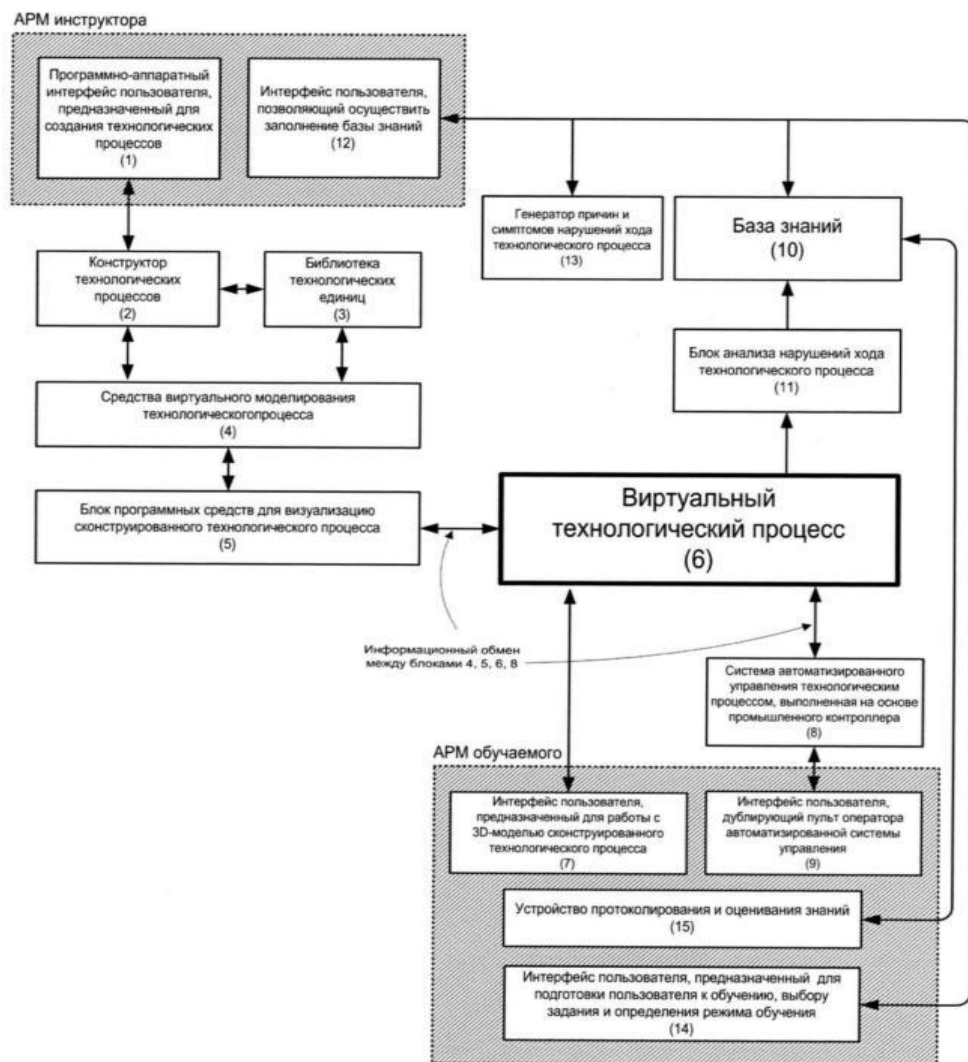
(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)

(54) СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к компьютерным средствам обучения работников. Технический результат заключается в расширении функциональных возможностей. Способ автоматизированного обучения, включающий вычислительный сервер для систематизации технологических процессов, снабженный базами знаний, средствами виртуального моделирования процесса, блоком анализа, отличающийся тем, что создают или настраивают технологические процессы с помощью интерфейса инструктора, конструктора технологических процессов и библиотеки технологических единиц, запускают процесс обучения в виртуальной среде и используют генератор нарушений хода процесса для выбора причин и симптомов нарушений из базы знаний посредством интерфейса инструктора, после чего обучаемые управляют процессом при помощи интерфейса и системы автоматизированного управления исполнительными механизмами в виртуальной среде процесса, с помощью блока анализа хода технологического процесса пополняют базу знаний, при этом оценивают знания и фиксируют действия обучаемых, после чего формируют отчет о результативности их действий. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к компьютерным средствам обучения работников, эксплуатирующих сложное высокотехнологичное оборудование, в частности

агрегаты компрессорных станций и предназначено для проверки их знаний и навыков эффективного, безаварийного ведения технологических процессов.

Одной из основных причин возникновения аварий и инцидентов на взрывопожароопасных объектах газовой промышленности являются неверные действия персонала по причине отсутствия навыков прогнозирования путей развития аварийных ситуаций, опыта принятия ответственных решений в короткий промежуток времени в стрессовых и экстремальных ситуациях, а также отсутствие возможности тренироваться и развивать указанные навыки.

Из уровня техники известен способ автоматизированного обучения персонала морских нефтегазодобывающих платформ действиям в экстремальных и аварийных условиях (RU 2455699 C1, МПК G09B 19/00, опубл. 10.07.2012). Способ заключается в генерации виртуального окружения (среды) для автоматизируемого рабочего места (АРМ) обучаемого средствами интерактивной трехмерной графики, что повышает эффективность приобретения практических навыков в действиях при ликвидации аварий на морских нефтегазодобывающих платформах (пожар, затопление, экстренное покидание платформы) в экстремальных и аварийных условиях. Способ включает в себя использование компьютерной системы для формирования гибкого информационного пространства, снабженной базой знаний, предусматривающей систематизацию аварийных ситуаций и соответствующих им симптомов нарушений хода технологических процессов; устройством генерации аварийных ситуаций; устройством генерации симптомов, устройством оценивания знаний и навыков обучаемого в режимах тренировки и экзамена; устройством настройки пользователем параметров оценивания знаний и навыков обучаемого; устройством протоколирования тренировки; интерфейсом обучаемого с устройством генерации аварийной ситуации, с устройством генерации симптомов и с устройством оценивания, интерфейсом пользователя с базой знаний, с устройством оценивания и с устройством протоколирования тренировки. Способ отличается от аналогов тем, что гибкое информационное пространство формируют путем создания виртуальной среды, для которой синтезируют симптомы аварийной ситуации и предъявляют обучаемому, а затем, с целью обнаружения источника аварийной ситуации предоставляют обучаемому средства взаимодействия с виртуальной средой для перемещения, одновременно предоставляют обучаемому возможность виртуального применения средств индивидуальной защиты и средств спасения, учитывая воздействия поражающих факторов аварии на виртуальную модель обучаемого, фиксируют каждое выполненное действие обучаемого устройством протоколирования, моделируют процесс развития аварийной ситуации и осуществляют адаптивное управление процессом обучения, оценивают своевременность и правильность последовательности принятия решений, причем предоставляют пользователю возможность выбора из базы данных подготовленных сценариев аварий и генерации для виртуальной среды места и параметров аварийной ситуации в произвольный момент времени. К недостаткам аналога способа относятся следующие аспекты.

1. Отсутствие возможности одновременного группового обучения работников для отработки навыков совместных действий, как при ведении нормального технологического процесса, так и с целью предотвращения, предупреждения и ликвидации аварийных ситуаций (в предлагаемом способе автоматизированного обучения (далее - способ) групповое обучение реализуется за счет применения двух АРМ обучаемых работников и возможностей программного обеспечения, моделирующего общее виртуальное пространство).

2. Отсутствие возможности моделирования случайных аварийных ситуаций (в предлагаемом способе обучение может происходить с использованием случайного

выбора predetermined аварийных ситуаций, которые обучаемым неизвестны в данный момент).

3. В процессе обучения не предусматривается осмысление обучаемыми хода технологического процесса и последствий к которым могут привести их действия.

4. Не предусмотрена возможность расширения базы данных сконструированных/predetermined аварийных ситуаций, добавления новых аварийных ситуаций для моделирования новых причин и условий возникновения аварийных ситуаций (в предлагаемом способе обучения предусмотрена база знаний 10 которая пополняется, как методом самообучения программно-аппаратного комплекса, так и методом ручного редактирования элементов).

5. Не предусмотрена возможность влияния Инструктора (наблюдает за процессом обучения) на развитие учебной ситуации. Инструктор не имеет возможности произвольно, в реальном режиме времени, вносить возмущающие действия в процесс обучения, с целью усложнения задачи обучаемому (в предлагаемом способе обучения инструктор имеет возможность корректировки описания причин и симптомов нарушения хода технологического процесса 6 путем внесения изменений и дополнений в базу знаний 10, управляет работой генератора 13 нарушений хода технологического процесса).

Наиболее близким к заявленному изобретению техническим решением и выбранным в качестве прототипа является способ автоматизированного обучения базовым навыкам управления технологическими процессами (RU 2229166 C1, МПК G09B 19/18, G09B 7/00, G06F 17/60, опубл. 20.05.2004). Способ включает в себя использование компьютерной системы для формирования гибкого информационного пространства, снабженной базой знаний, предусматривающей систематизацию причин и соответствующих им симптомов нарушений хода технологических процессов, устройством генерации причин, устройством генерации симптомов, устройством оценивания знаний и навыков обучаемого в режимах тренировки и экзамена, устройством настройки пользователем параметров оценивания знаний и навыков обучаемого, устройством протоколирования экзамена, интерфейсом обучаемого с устройством генерации причин, устройством генерации симптомов и устройством оценивания, интерфейсом инструктора с базой знаний, устройством оценивания и устройством протоколирования экзамена. Способ отличается от аналогов тем, что гибкое информационное пространство формируют путем пополнения пользователем базы знаний за счет обобщения известных типовых нарушений хода технологического процесса, анализа нарушений на реальных технологических установках конкретного предприятия, моделирования ситуаций на компьютерных тренажерах и привлечения экспертных оценок специалистов, последовательно генерируют и предъявляют обучаемому отдельные причины с набором симптомов, часть из которых соответствует предъявленным причинам, для выбора правильных симптомов, последовательно генерируют и предъявляют обучаемому отдельные наборы симптомов с несколькими причинами, одна из которых соответствует предъявленному набору симптомов, для выбора правильной причины, причем в режиме тренировки обучаемому представляют правильные ответы для каждого выбора, в режиме экзамена представляют обучаемому общую оценку за выполненное задание, состоящее из заранее определенного пользователем числа выборов, предоставляют пользователю возможность настраивать параметры оценивания правильности выбора решений обучаемым, предоставляют пользователю детальный протокол экзамена по каждому обучаемому для анализа и аттестации знаний и навыков обучаемого.

К недостаткам прототипа способа относятся следующие аспекты.

1. Необходимость выбора обучаемым правильных ответов из предоставленных без возможности использования личного или нестандартного варианта принятия решения.

2. Отсутствие возможности одновременного группового обучения работников для отработки навыков совместных действий, как при ведении нормального технологического процесса, так и с целью предупреждения и предотвращения аварийных ситуаций.

3. Отсутствие возможности моделирования случайных аварийных ситуаций.

4. В процессе обучения не предусматривается осмысление обучаемыми хода технологического процесса и последствий, к которым могут привести их действия.

5. Не предусмотрена возможность расширения базы данных сконструированных/предопределенных аварийных ситуаций; добавления новых аварийных ситуаций для моделирования новых причин и условий их возникновения.

6. Не предусмотрена возможность влияния инструктора, наблюдающего за процессом обучения, на развитие учебной ситуации. Инструктор не имеет возможности произвольно, в реальном режиме времени, вносить возмущающие действия в процесс обучения, с целью усложнить задачу обучаемому.

Технической задачей, на решение которой направлено заявленное изобретение, является расширение функциональных возможностей способа автоматизированного обучения работников, эксплуатирующих сложное технологическое оборудование.

Положительный технический результат заключается в повышении квалификации работников любого уровня, включая руководителей, инженерно-технических специалистов, а также сотрудников, непосредственно задействованных при управлении технологическими процессами. Обучение предусматривает отработку навыков принятия решений и действий работников при нормальном ходе технологического процесса, а также при возникновении нештатных и аварийных ситуаций, с целью их предупреждения или минимизации последствий аварийных ситуаций в случае их возникновения.

Указанный технический результат достигается тем, что способ автоматизированного обучения включает в себя использование автоматизированных рабочих мест обучаемых и инструктора и вычислительного сервера с программным обеспечением, обеспечивающим систематизацию технологических процессов, снабженного базами знаний, генератором причин и симптомов нарушений хода технологического процесса, средствами виртуального моделирования технологического процесса, базой анализа хода технологического процесса. Отличает способ от аналогов то, что с помощью модуля автоматизированного обучения предварительно выполняют конструирование и настройку технологического процесса, применяя для этого программно-аппаратный интерфейс пользователя, конструктор технологических процессов и библиотеку технологических единиц, после чего включают разработанные сценарии обучения и технологические процессы, инициируют начало обучения путем включения в работу генератора нарушений хода технологического процесса, запускают процесс моделирования развития ситуации на виртуальном технологическом процессе, при этом обучаемые управляют технологическим процессом путем воздействия на исполнительные механизмы в виртуальной среде при помощи системы автоматизированного управления технологическим процессом.

Сущность способа поясняется чертежами, где на фиг. 1 показана структурная схема программно-аппаратного комплекса; на фиг. 2 - интерфейс конструктора технологических процессов; на фиг. 3 - процесс управления обучаемым технологическим процессом.

Программно-аппаратный комплекс, с помощью которого осуществляют способ, устроен следующим образом.

Для создания технологических процессов предназначен программно-аппаратный интерфейс пользователя 1, который, взаимодействуя с конструктором 2 технологических процессов (фиг. 1), позволяет создавать или модифицировать технологические процессы различной сложности, описывать характеристики конкретного технологического процесса, а также подготавливать технологические единицы оборудования, задействованные в нем. Конструктор 2 технологических процессов работает с библиотекой технологических единиц 3, предусматривающей создание новых и редактирование уже существующих элементов библиотеки. Содержащаяся в библиотеке 3 информация исчерпывающе описывает параметры и характеристики технологической единицы и поведение ее в физическом мире, а также содержит в себе информацию о визуализации объекта в различных состояниях. Библиотека 3 технологических единиц содержит описание следующих элементов: локальные установки, исполнительные механизмы, линейные участки трубопроводов и другие.

Средства виртуального моделирования технологического процесса 4 обеспечивают функционирование виртуальной модели технологического процесса, как в реальном времени, так и с заданным временным масштабированием, а также обеспечивают визуализацию технологического процесса средствами интерактивной трехмерной графики. Средства виртуального моделирования технологического процесса 4 взаимодействуют с конструктором 2 технологических процессов и библиотекой 3 технологических единиц (фиг. 2). Далее блок 5 программных средств осуществляет визуализацию сконструированного технологического процесса 4 средствами интерактивной трехмерной графики (фиг. 3). В результате работы блока 5 формируется виртуальный технологический процесс 6. Для работы с 3D-моделью сконструированного технологического процесса предназначен интерфейс пользователя 7, пример которого приведен на фиг. 3. Виртуальный технологический процесс 6 обеспечивает модельное представление технологического процесса с заданными параметрами, при этом он не является статическим, а динамически изменяется в зависимости от действий обучаемого, инструктора и собственно развития самих моделируемых физических процессов. Виртуальный технологический процесс 6 - основной элемент, с которым взаимодействуют обучающие модули, модули визуализации и система автоматизированного управления технологическим процессом 8 во время обучения.

Для управления ходом технологического процесса в программно-аппаратном комплексе применяется система автоматизированного управления технологическим процессом (АСУ ТП) 8, выполненная на основе промышленного контроллера, повторяющая интерфейс систем и алгоритмы управления аналогичных устройств, установленных на реальных технологических объектах со стопроцентной достоверностью. При этом АСУ ТП 8 подключена к средствам виртуального технологического процесса 6 и интерфейсу пользователя, дублирующего пульт оператора автоматизированной системы управления 9, что обеспечивает возможность как считывать информацию о ходе технологического процесса, так и воздействовать на технологический процесс путем ручного или автоматического управления.

Для систематизации причин и соответствующих им симптомов нарушений хода технологического процесса предусмотрена база знаний 10, которая пополняется, как методом самообучения программно-аппаратного комплекса, так и методом ручного редактирования элементов базы знаний за счет обобщения известных типовых нарушений хода технологических процессов, блока анализа нарушений хода технологического процесса 11, произошедших на реальных технологических установках, и анализа ситуаций, смоделированных настоящим способом с привлечением экспертных оценок специалистов модельных ситуаций.

Для работы с базой знаний 10 предусмотрен интерфейс пользователя 12, позволяющий осуществить заполнение базы знаний 10 описанием причин и симптомов нарушений хода технологического процесса 6. Для случайного выбора причин нарушения хода технологического процесса 6 из ранее определенной базы предназначен генератор причин и симптомов нарушений хода технологического процесса 13, который может быть выполнен на основе аппаратного генератора случайных чисел, известного, например, по патенту US 6324558 B1.

Для подготовки пользователя к обучению, выбору задания и определения режима обучения предназначен соответствующий интерфейс пользователя 14.

Последним элементом в цепочке обучения является устройство протоколирования и оценивания знаний 15, которое может быть выполнено, например, в виде видеокамеры, которая фиксирует действия пользователя для их дальнейшего анализа, в том числе правильности применения индивидуальных средств защиты, своевременности последовательности принятия решений и достигнутый результат. Устройство 15 выполняет функции проверяющего органа и исключает субъективность при оценке знаний обучаемого.

Программно-аппаратный комплекс реализован с помощью следующих программных и аппаратных средств.

1. В качестве основы комплекса, на котором разворачивается программное обеспечение, использован высокопроизводительный сервер, обеспечивающий необходимые вычисления и хранение данных.

2. Автоматизированные рабочие места инструктора и обучаемого представляют собой персональные компьютеры, с установленным на них специализированным программным обеспечением. При этом блоки 1, 2, 3 и 4 реализованы с помощью специализированного программного обеспечения, обеспечивающего возможность построения достоверных моделей реальных физических процессов на основе расширяемого специализированного математического аппарата и библиотек технологических единиц, описывающих физические и технологические свойства технологических установок. Блок 5 реализован на основе инструмента виртуальной реальности, позволяющего генерировать трехмерное представление объектов. Блок 6 представляет собой структурированную динамически изменяющуюся совокупность информации, характеризующую виртуальный технологический процесс и хранящуюся на материальных носителях, представляющих собой оперативную память сервера и его жесткие диски. Блоки 7, 9, 14, 15 реализованы с помощью программного обеспечения для создания человеко-машинного интерфейса (SCADA системы) и обеспечивают функционирование автоматизированного рабочего места обучаемого. Блоки 10, 11, 12 и 13 реализованы с помощью специализированного программного обеспечения, обеспечивающего возможность построения достоверных моделей реальных физических процессов на основе расширяемого специализированного математического аппарата, при этом, как было указано выше, блок 13 может быть выполнен на основе аппаратного генератора случайных чисел.

3. Система автоматизированного управления технологическим процессом 8 реализована на базе промышленных программируемых логических контроллеров, являющихся частью распределенной системы управления технологическими процессами производства. Распределенная система управления представляет собой однородную, функционально-полную универсальную программно-аппаратную платформу для решения задач комплексной автоматизации предприятий различных отраслей промышленного производства.

4. Для связи элементов 4, 5, 6 и 8 программно-аппаратного комплекса применяется коммуникационный аппаратный модуль.

5. Средства виртуального моделирования 4, реализованы в виде системы виртуализации, позволяющей объединить аппаратные средства двух или нескольких



серверов в единый вычислительный комплекс с возможностью запуска необходимого количества виртуальных серверов и автоматизированных рабочих мест обучаемых и инструктора.

6. Прикладное программное обеспечение, обеспечивающее симуляцию технологических процессов, создание и хранение библиотеки технологического оборудования, создание взаимосвязей технологического оборудования реализовано на основе специализированного программного обеспечения, обеспечивающего возможность построения достоверных моделей реальных физических процессов на основе расширяемого специализированного математического аппарата. Для симуляции гидродинамических сетей с гомогенной средой (вода/газы), включая давление, температуру и расход применена соответствующая библиотека.

Осуществление способа рассмотрим на примере.

На этапе конфигурирования программно-аппаратного комплекса перед началом его эксплуатации выполняют создание и настройку эмулируемого технологического процесса, используя при этом программно-аппаратный интерфейс пользователя 1, конструктор технологических процессов 2 и библиотеку технологических единиц 3. При необходимости инструктор корректирует описания причин и симптомов нарушения хода виртуального технологического процесса 6 путем внесения изменений и дополнений в базу знаний 10 с использованием интерфейса пользователя 12. После того как комплекс готов к работе, включают разработанные сценарии обучения и технологические процессы, а обучаемые и инструктор занимают соответствующие автоматизированные рабочие места.

Инструктор выбирает тему занятия и запускает процесс обучения при помощи интерфейса пользователя 14, инициирует начало обучения, включая в работу генератор причин и симптомов нарушений хода технологического процесса 13. В зависимости от выбранных параметров в процессе обучения генерируются различные штатные или аварийные ситуации при помощи генератора 13, после чего запускается процесс моделирования развития конкретной ситуации на виртуальном технологическом процессе 6. При этом сфера к которой относится конкретный технологический процесс может варьироваться в широких пределах: от моделирования работы газоперекачивающего агрегата до имитации работы установки комплексной подготовки газа, линейных участков транспортировки газа, включая отдельные процессы, характерные для предприятий химической промышленности.

Средства виртуального моделирования технологического процесса 4 обеспечивают функционирование виртуальной модели технологического процесса, как в реальном времени, так и с заданным временным масштабированием, а также обеспечивают визуализацию технологического процесса средствами интерактивной трехмерной графики. Средства виртуального моделирования технологического процесса 4 взаимодействуют с конструктором технологических процессов 2 и библиотекой технологических единиц 3, а блок программных средств 5 осуществляет визуализацию сконструированного технологического процесса средствами интерактивной трехмерной графики (фиг. 3).

Обучаемый имеет в своем распоряжении средства для взаимодействия с технологическим процессом, включающие в себя систему автоматизированного управления технологическим процессом 8, интерфейс пользователя 9, дублирующего пульт оператора автоматизированной системы управления технологическим процессом и видеокарту, синтезирующую кадры работы реальной системы автоматизированного управления и имитирующей перемещение обучающегося в виртуальном пространстве, включая его взаимодействие с различными исполнительными механизмами и приборами внутри виртуальной среды при помощи блока программных средств 5.

Осуществляя воздействие на исполнительные механизмы в виртуальной среде при помощи интерфейса пользователя 7 и управляя при помощи системы автоматизированного управления технологическим процессом 8, обучаемые оказывают воздействие на ход технологического процесса, предотвращают или минимизируют последствия нештатной ситуации или аварии, обеспечивая тем самым нормальный ход технологического процесса, либо наоборот дестабилизируют его, совершая неверные действия.

Технологический процесс 6, благодаря применению специализированного программного обеспечения, обеспечивающего возможность построения достоверных моделей реальных физических процессов на основе расширяемого специализированного математического аппарата, моделируется с высокой степенью достоверности, что позволяет обучаемым в полной мере прочувствовать влияние, которое они оказывают своими действиями на ход технологического процесса, например, увидеть изменение давления, температуры в элементах системы, скоростей потоков жидкостей и газов, ход процессов гидратообразования на дросселируемых участках, а также оценить реакцию системы автоматизированного управления технологическим процессом 8 на изменение величин измеряемых параметров, проанализировать логику срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации, блокировок и защит технологического оборудования, освоить навыки противоаварийного управления.

Все время процесса обучения функционирует блок анализа хода технологического процесса 11, систематизируются причины и соответствующие им симптомы нарушения хода технологического процесса, информация поступает в базу знаний 10, которая таким образом пополняется, что обеспечивает самообучение комплекса.

Устройство протоколирования и оценивания знаний 15 фиксирует действия обучаемых, в том числе и такие, как применение индивидуальных средств защиты, что позволяет оценить своевременность оказываемых воздействий на технологические единицы, работу в группе, последовательность принятия решений и достигнутый результат. По окончании обучения программно-аппаратным комплексом автоматически формируется отчет о результативности действий обучаемого персонала.

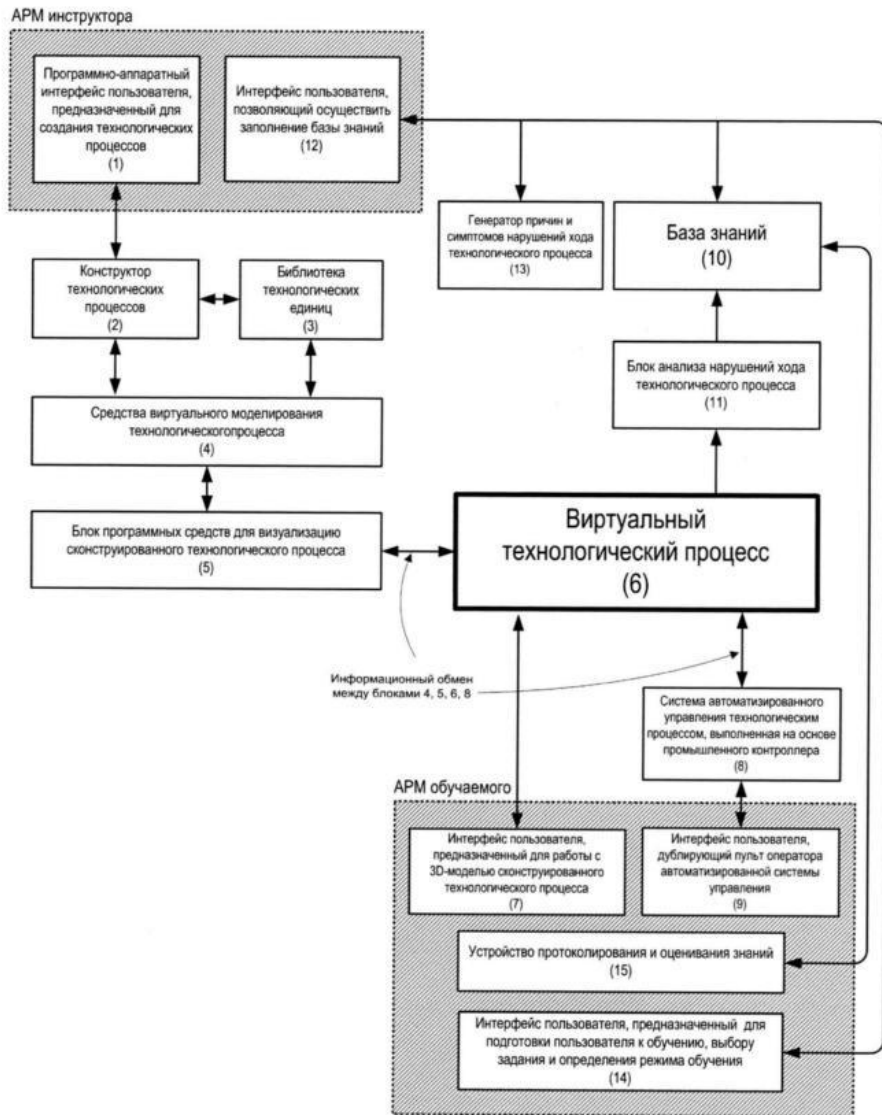
Формула изобретения

1. Способ автоматизированного обучения, включающий использование автоматизированных рабочих мест обучаемых и инструктора соответственно и вычислительного сервера для систематизации технологических процессов, снабженного базами знаний, генератором причин и симптомов нарушений хода технологического процесса, средствами виртуального моделирования технологического процесса, блоком анализа хода технологического процесса, отличающийся тем, что создают или настраивают технологические процессы с помощью интерфейса инструктора, конструктора технологических процессов и библиотеки технологических единиц для моделирования технологического процесса, запускают процесс обучения управлением соответствующим технологическим процессом в виртуальной среде и используют генератор нарушений хода технологического процесса для выбора причин и симптомов нарушений из базы знаний посредством интерфейса инструктора, после чего обучаемые управляют указанным технологическим процессом при помощи интерфейса и системы автоматизированного управления исполнительными механизмами в виртуальной среде технологического процесса, с помощью блока анализа хода технологического процесса систематизируют причины и симптомы нарушения хода технологического процесса и управляющего воздействия обучаемого, тем самым пополняя базу знаний, при этом оценивают знания и фиксируют действия обучаемых, после чего формируют отчет о результативности их действий.

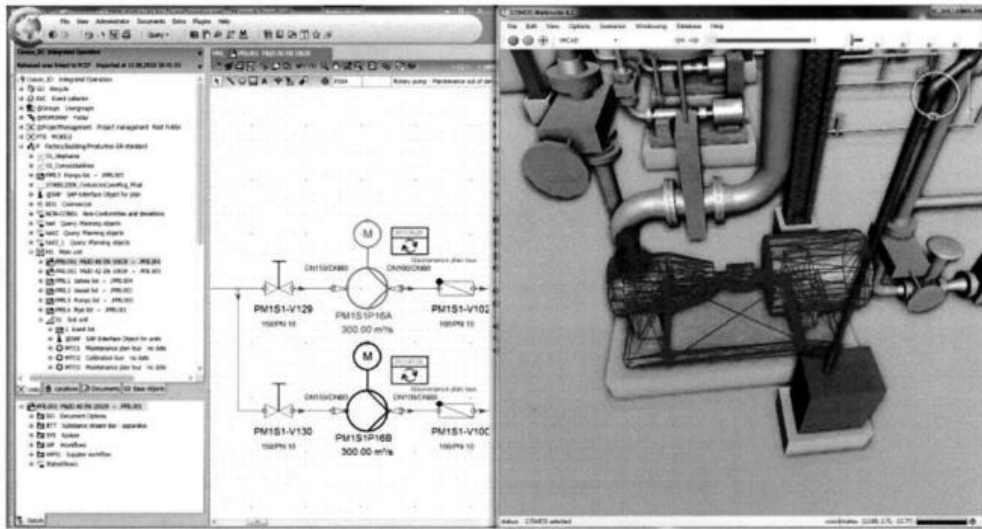
2. Способ автоматизированного обучения по п. 1, отличающийся тем, что в качестве генератора нарушений хода технологического процесса используют аппаратный генератор случайных чисел.

3. Способ автоматизированного обучения по п. 1, отличающийся тем, что при помощи генератора нарушений хода технологического процесса генерируют штатные ситуации.

4. Способ автоматизированного обучения по п. 1, отличающийся тем, что при помощи генератора нарушений хода технологического процесса генерируют аварийные ситуации.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3