

## ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОТКРЫТОМ ДИСТАНЦИОННОМ ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Е.Н. Малыгин, М.Н. Краснянский, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб

*Кафедра «Гибкие автоматизированные производственные системы», ТГТУ*

*Представлена членом редколлегии профессором Ю.Л. Муромцевым*

**Ключевые слова и фразы:** удаленный доступ к лабораторному оборудованию; лабораторный практикум; дистанционное обучение; химико-технологическая система.

**Аннотация:** Рассматривается концепция использования информационных, лабораторных и производственных ресурсов при организации открытого дистанционного инженерного образования в сети Internet. Применение изложенных положений иллюстрируется на базе интерактивной информационно-обучающей среды по подготовке специалистов по направлению 655400 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (<http://www.gaps.tstu.ru>).

---

### Концепция проектирования сетевой обучающей среды

Применение современных достижений информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе высшей школы открывает студентам доступ к нетрадиционным источникам информации и новым формам обучения, повышая эффективность самостоятельной творческой работы. Открытый доступ через сеть Internet к распределенным базам данных, содержащим широкий выбор учебно-методической и справочной литературы, графические иллюстрации, анимационные примеры и др. формирует новые требования и подходы к организации и представлению учебных пособий, методических указаний, лабораторных практикумов и производственной практики в рамках всех ступеней и форм высшего профессионального образования. Эти факторы способствуют созданию новой образовательной структуры – интерактивной информационно-обучающей среды, которая характеризуется высоким уровнем информационных технологий, развитыми средствами представления и доставки информации потребителю, специализированными технологиями и средствами организации процесса обучения и контроля знаний учащихся, распределенностью учебно-методического, лабораторного и производственного оснащения.

Концепция проектирования сетевой обучающей среды основывается на создании базовых образовательных ресурсов и включает разработку методик и технологий организации удаленного доступа к информационным, лабораторным и производственным ресурсам, виртуальную визуализацию среды, разработку и наполнение распределенных баз данных и др. (рис. 1).

Доступ обучающегося к образовательным ресурсам осуществляется посредством сети Internet через коммуникационное пространство, включающее внешние ресурсы (E-mail, ICQ и др.), поддерживаемые в сети Internet, с целью предоставления различных услуг коммуникационного характера и внутренние ресурсы (образовательные web сайты, чаты, конференции и др.), используемые, как правило, только для учебного процесса и разработанные в рамках проекта по созданию информационно-образовательной среды.

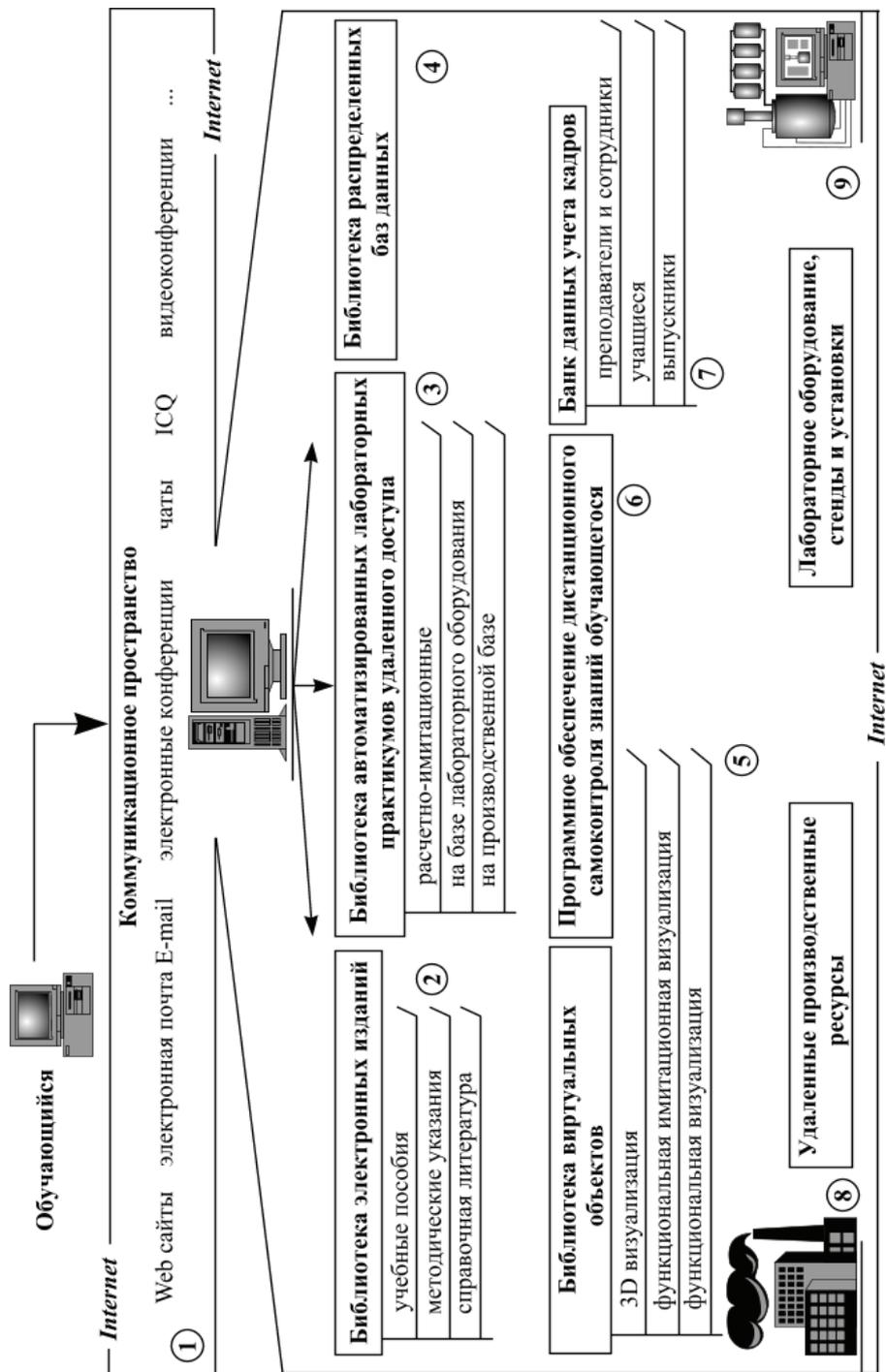


Рис. 1 Сетевые образовательные ресурсы открытого инженерного образования

После прохождения регистрации и идентификации на базовом сайте обучающемуся предоставляется возможность дистанционного доступа к следующим образовательным ресурсам, составляющим основу интерактивной информационно-обучающей среды:

1) библиотека электронных изданий. Включает полнотекстовые интерактивные мультимедийные иллюстрированные электронные версии основных учебных пособий, методических указаний и справочников, используемых для обучения по дисциплинам различных направлений образования. Взаимодействие с распределенными базами данных позволяет создавать справочные пособия с возможностью формирования запросов и быстрого поиска необходимой информации;

2) библиотека автоматизированных лабораторных практикумов (АЛП) удаленного доступа для проведения расчетно-графических и лабораторных работ по различным дисциплинам. Она включает расчетно-имитационные практикумы, АЛП на базе лабораторного оборудования, АЛП на производственной базе;

3) библиотека распределенных баз данных. В ее состав входят базы данных, содержащие справочную информацию, необходимую для проведения практических занятий, лабораторных работ, курсового и дипломного проектирования по различным дисциплинам инженерного профиля;

4) библиотека виртуальных объектов. Включает визуализированные модели изучаемых объектов, процессов и явлений. Они дают возможность наглядно представить конструкцию того или иного изделия (3D модели, виртуальные объекты и др.), отслеживать изменение его параметров функционирования при коррекции входных воздействий как на базе имитационных математических моделей, так и реальных объектов;

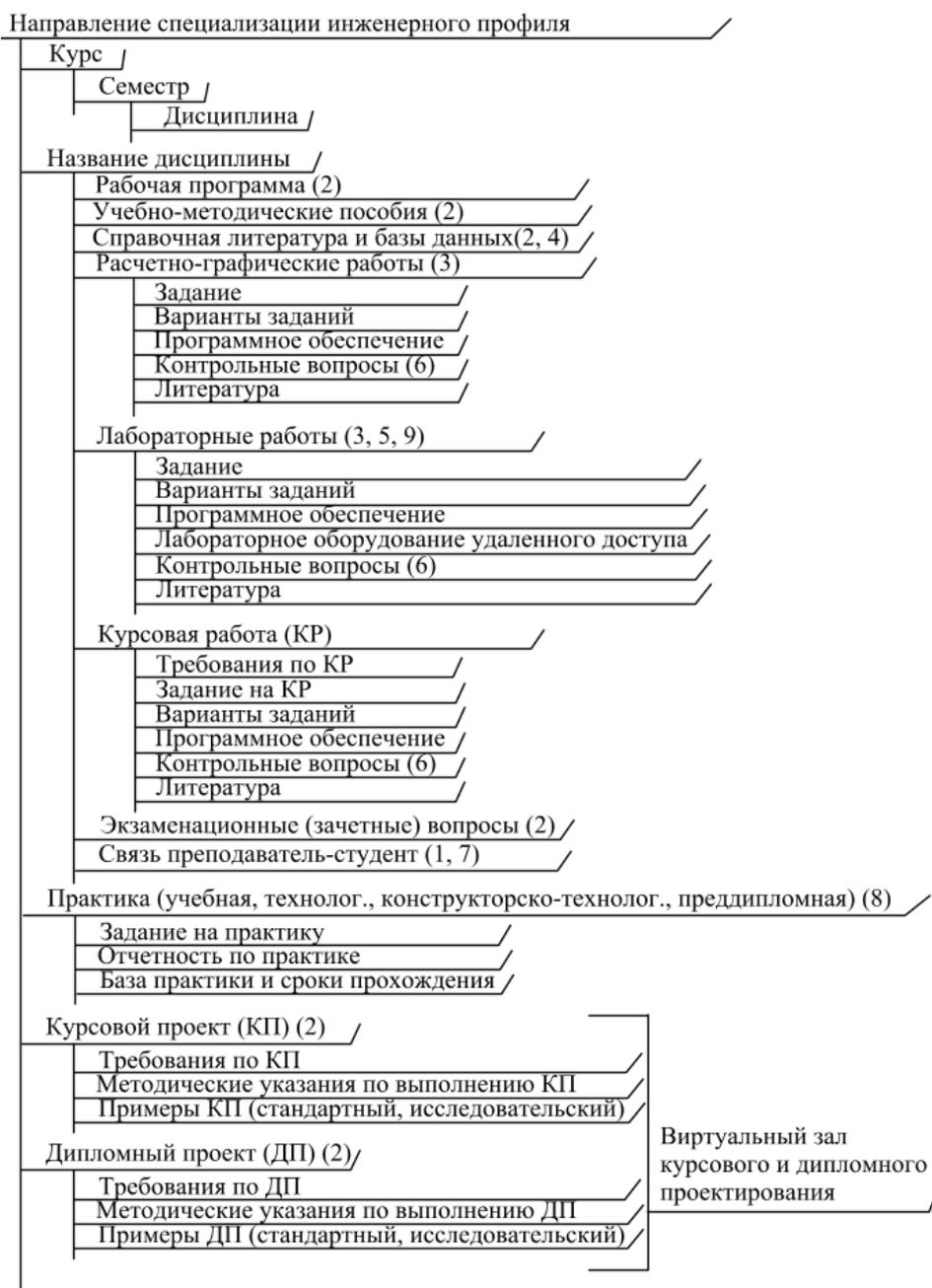
5) программное обеспечение дистанционного самоконтроля знаний обучающегося. В его состав входят распределенные базы данных с вопросами, иллюстрациями и ответами по различным темам самоконтроля, а также программное обеспечение по проведению дистанционного опроса и анализа полученного результата;

6) банк данных учета кадров. В его состав входят базы данных по преподавателям, сотрудникам, учащимся и выпускникам, которые принимают то или иное участие в образовательном процессе;

7) лабораторное оборудование, стенды и установки. Составляют лабораторное обеспечение информационно-обучающей среды, на базе которого разрабатываются АЛП удаленного доступа. Возможность их дистанционного использования позволяет объединять самое передовое лабораторное оборудование различных университетов вне зависимости от территориального расположения, что приводит к повышению научно-методического оснащения учебного процесса и снижению суммарных затрат на изготовление лабораторных стендов и установок;

8) удаленные производственные ресурсы. Объединяют производственные площадки различных регионов России и других стран, предоставляющие свое оборудование в целях изучения его конструкции и протекающих в нем процессов для удаленного доступа в сети Internet в режиме on-line. Вовлечение научно-исследовательских институтов и заводов в учебный процесс позволяет приблизить обучающегося к реальному производству. До сегодняшнего дня данная задача для дистанционного инженерного образования вообще казалась нерешаемой. Кроме того, подготовка специалистов на базе реально функционирующего оборудования является выгодным и для предприятий, так как позволит «не переучивать» завтрашних инженеров, пришедших на данный завод или НИИ.

На базе представленных образовательных ресурсов с учетом особенностей обучения инженеров по различным направлениям рассмотрим в общем виде технологическую карту подготовки специалиста по направлению 655400 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (рис. 2).



**Рис. 2 Технологическая карта подготовки специалиста в системе открытого инженерного образования (направление 655400)**

Общий перечень дисциплин специализации, разбивается по курсам и семестрам. По этой составляющей карты обучающийся получает четкое представление о количестве и порядке освоения отдельных изучаемых курсов, а также имеет возможность оперативного перехода к интересующей его дисциплине для получения по ней более полной информации: рабочая программа, изучаемый лекционный материал, количество и тематика практических и лабораторных работ, отчетность и др. Цифры на рис. 2 соответствуют нумерации сетевых образовательных ресурсов рис. 1.

Технологическая карта подготовки специалиста дает возможность обучающемуся самостоятельно формировать расписание своих занятий, придерживаясь обязательных требований по порядку освоения некоторых групп дисциплин или сроку проведения определенных работ. В связи с использованием в учебном процессе технических средств (лабораторные стенды, установки, производственные базы) не круглосуточного режима функционирования обучающемуся необходимо заблаговременно согласовать с администраторами расписание занятий на данном оборудовании.

### **Химико-технологическая лаборатория удаленного доступа**

Создание лабораторных установок и автоматизированных лабораторных практикумов с возможностью удаленного компьютерного доступа в режимах наблюдения и управления (on-line) позволяет внедрить в учебный процесс практические занятия и лабораторные работы с использованием очень дорогого, порой уникального оборудования, недоступного всем учебным заведениям.

Основные задачи, которые ставятся перед лабораторными практикумами, - это развитие у обучающихся навыков самостоятельного проведения экспериментов; наработка опыта работы с современными программно-аппаратными лабораторными ресурсами; изучение и практическое освоение методик обработки результатов экспериментов. Именно они призваны развивать творческую активность обучающихся через непосредственный контакт с промышленным и лабораторным оборудованием, окончательное освоение которого им предстоит на реальном производстве. Создание и развитие концепции АЛП удаленного доступа позволяет оказывать полный спектр образовательных услуг в рамках программы открытого дистанционного инженерного образования, предоставляемых широким слоям населения в нашей стране и за рубежом.

Применение технологий удаленного доступа к лабораторным ресурсам дает возможность избежать ненужного тиражирования лабораторного оборудования на различных обучающих базах, что позволяет говорить о прямой экономической эффективности внедрения новых информационных технологий в учебный процесс.

В Тамбовском государственном техническом университете (ТГТУ) на кафедре «Гибкие автоматизированные производственные системы» (ГАПС) – <http://www.gaps.tstu.ru> – создан проект «Лаборатория удаленного доступа «Проектирование и эксплуатация химико-технологических систем» [1]. В его рамках разработаны и апробированы технологии удаленного компьютерного доступа к лабораторному и производственному оборудованию в сети Internet на базе среды программирования LabVIEW. Они основаны на концепции графического программирования виртуальных измерительных систем и систем ввода/вывода сигналов. Необходимо отметить, что согласно ОСТ 9.2-98 программная продукция компании National Instruments (LabVIEW, LabWindows, LabWindows/CVI и др.) является сертифицированным инструментальным средством разработки программного обеспечения для универсальных систем общего назначения, а их аппаратура полностью соответствует международным стандартам на организацию измерительно-управляющих устройств и систем.

Рассмотрим структуру программного и технического обеспечения АЛП удаленного доступа на примере стенда по исследованию характеристик перемешивания и теплообмена в вертикальном емкостном аппарате.

**Лабораторная установка.** Включает оборудование, на котором выполняется соответствующий эксперимент. Установка оснащена набором датчиков, необходимым для отображения хода протекания эксперимента и обеспечивающим информационную целостность данных с целью их последующей обработки. Датчики обеспечивают снятие данных характеристик с применением вычислительной техники.

**1. Кафедральный web сервер.** Обеспечивает доступ к основному объему учебно-методического материала для дистанционному обучению по соответствующей дисциплине в сети Internet. Осуществляет маршрутизацию движения студента по необходимым серверам в процессе его обучения.

**2. SQL сервер.** Обеспечивает доступ к базам справочных данных, необходимых для выполнения лабораторных и расчетных работ в процессе дистанционного обучения.

**3. Лабораторный сервер.** Компьютер, обеспечивающий опрос устройства ввода информации и предоставление данных для последующего использования.

**4. Устройство ввода/вывода информации.** Обеспечивает аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования сигналов, снимаемых с датчиков лабораторной установки.

**5. Блок сопряжения с силовыми сетями и дистанционные пускатели.** Служат для обеспечения управляющего воздействия на органы управления, работающие с высокими значениями силы тока и напряжения.

**6. Датчики.** Устройства, реагирующие своими чувствительными элементами на изменение исследуемых параметров лабораторной установки и преобразующие данные изменения в удобную для последующей передачи форму.

В состав лабораторной установки входят аппарат с цилиндрической рубашкой и пропеллерной мешалкой; привод; электронагреватель жидкого теплоносителя; циркуляционный насос; датчики температуры, уровня. На аппарате установлены шесть термомпар хромель-копель (для измерения температуры теплоносителя на входе и выходе из рубашки, температуры свободной и теплоизолированной поверхности аппарата, а также температуры внутри аппарата и окружающей среды).

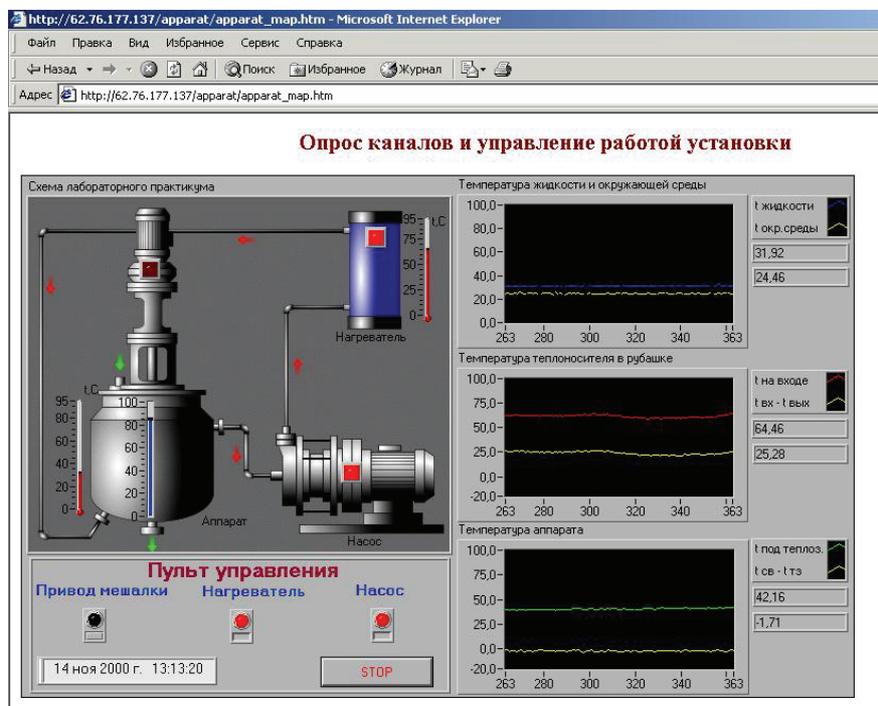
Для обеспечения интерактивного воздействия обучающегося на органы управления лабораторной установки, а также снятия показаний с датчиков стенда в состав аппаратного оформления входит устройство ввода/вывода информации ЦАП/АЦП или Plugin-Card. Данное устройство устанавливается, как правило, в свободный слот ПК (лабораторного сервера). Оно предназначено для преобразования аналоговых сигналов, поступающих с датчиков на лабораторной установке, в цифровые, а также преобразования цифровых сигналов, генерируемых программой управления в аналоговые сигналы, которые подаются либо непосредственно на органы управления, либо на блоки сопряжения.

Установленный на лабораторном сервере виртуальный инструмент, осуществляющий информационный обмен между сервером и клиентом посредством CGI интерфейса, производит дистанционный запуск виртуальных инструментов (пульта управления) на компьютере-сервере, доставку копии текущего изображения передней панели виртуального инструмента на ПК удаленного клиента через Internet браузер, передачу параметров функционирования виртуального инструмента и др.

На html странице содержится отображение текущего состояния передней панели пульта управления с предоставлением пользователю возможности передачи управляющих воздействий на органы управления лабораторной установки (рис. 3). Передача управляющих воздействий осуществляется посредством картирования изображения (технология image map) передней панели пульта управления. При этом за отдельными участками изображения (органы управления установкой, индикаторы, источники данных и др.) закрепляются ссылки на виртуальный инструмент, выполняющий роль CGI файла. Выполнение того или иного действия, как правило, задается набором параметров, передаваемых PUT или GET методами CGI файлу, который в свою очередь, передает их пульту управления лабораторной установкой. При последующем обновлении html страницы пользователя G web server отображает изменившееся текущее состояние передней панели vi пульта управления.

Во избежание нештатных ситуаций по работе управляемых приборов и механизмов (электронагреватель, электропривод перемешивающего устройства и др.) пульт управления снабжается программными модулями защиты и блокировки критических

состояний. Они осуществляют предупреждающую звуковую сигнализацию оповещения дежурных лаборантов о приближении к критическим состояниям, оцениваемым по результатам проводимых измерений, а при необходимости осуществляют автоматическую блокировку функционирования лабораторной установки. Данные модули существенно повышают надежность работы установки в режиме дистанционного доступа и снижают вероятность возникновения нештатных ситуаций по вине обучающегося.



**Рис. 3** Отображение передней панели пульта управления установкой в браузере обучающегося (включены насос и нагреватель)

В процессе проведения лабораторного эксперимента, а также по его окончании, обучающийся имеет возможность оперативно получать как графическое, так и цифровое отображение информации о текущем состоянии органов управления установкой и данных, снимаемых с каналов ввода/вывода информации. Дискретность представленных данных определяется частотой опроса платы ввода/вывода информации. Обновление данных происходит в режиме on-line. При необходимости данные могут быть отправлены на SQL сервер кафедры с целью последующего накопления, хранения и комплексной обработки данных.

По окончании проведения эксперимента обучающемуся необходимо сохранить на своем ПК файл данных и провести их обработку согласно заданию по лабораторной работе. Формат данных удобен для использования стандартных широко распространенных пакетов программ, предназначенных для работы с электронными таблицами и обработкой данных, которые в них содержатся. Отчет по выполненной работе обучающийся передает по электронной почте преподавателю с целью его проверки и получения результирующего зачета.

### Производственная база удаленного доступа

С использованием изложенной технологии удаленного доступа к реальному оборудованию в рамках концепции создания информационно-обучающей среды по подготовке специалистов по направлению 655400 на кафедре ГАПС ТГТУ разрабатывает-

ся "Производственная база удаленного доступа" (цех № 32 ОАО "Пигмент"). В ее основе лежит установка нагрева высокотемпературного органического теплоносителя (ВОТ), используемого при производстве лака ПФ-060Н, 3-оксихинофталола, N-цианэтиланилина.

Установка включает (рис. 4):

- жидкостной теплогенератор ВОТ – вертикальный змеевиковый аппарат, комплектуемый газовой горелкой и состоящий из реакционной и конвективной нагревательных поверхностей, объединенных воздухоподогревателем;
- насосы для обеспечения движения теплоносителя в системе;
- подпиточную, аварийную, расширительную и буферную емкости;
- воздуходув;
- дымосос;
- свыше пятидесяти различных датчиков (температуры, давления, расхода, уровня и др.)

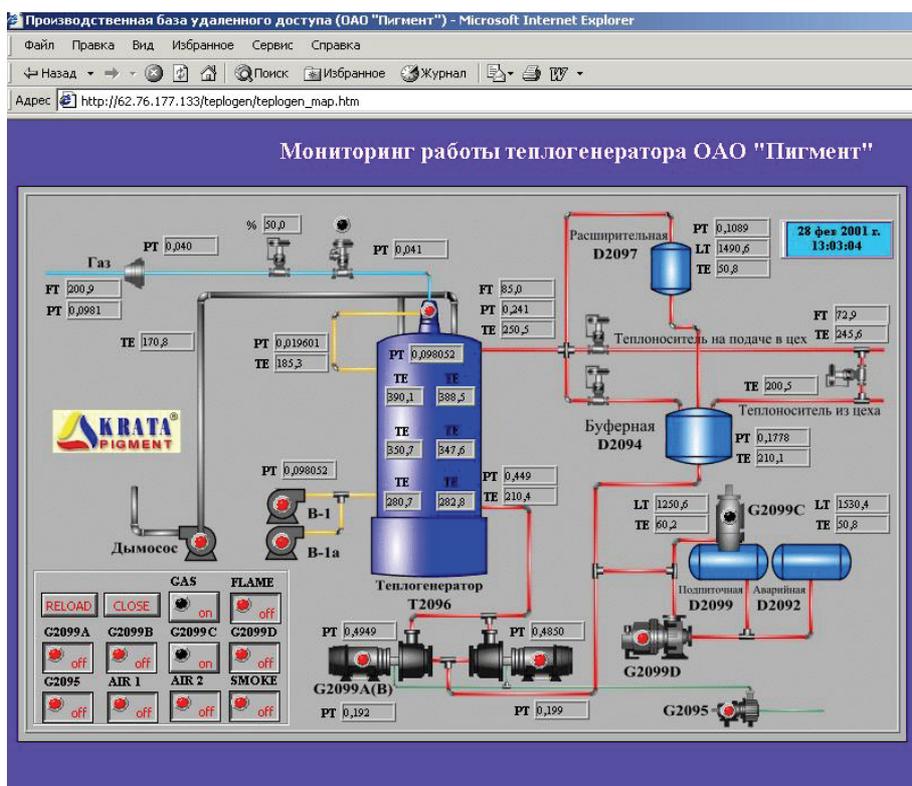
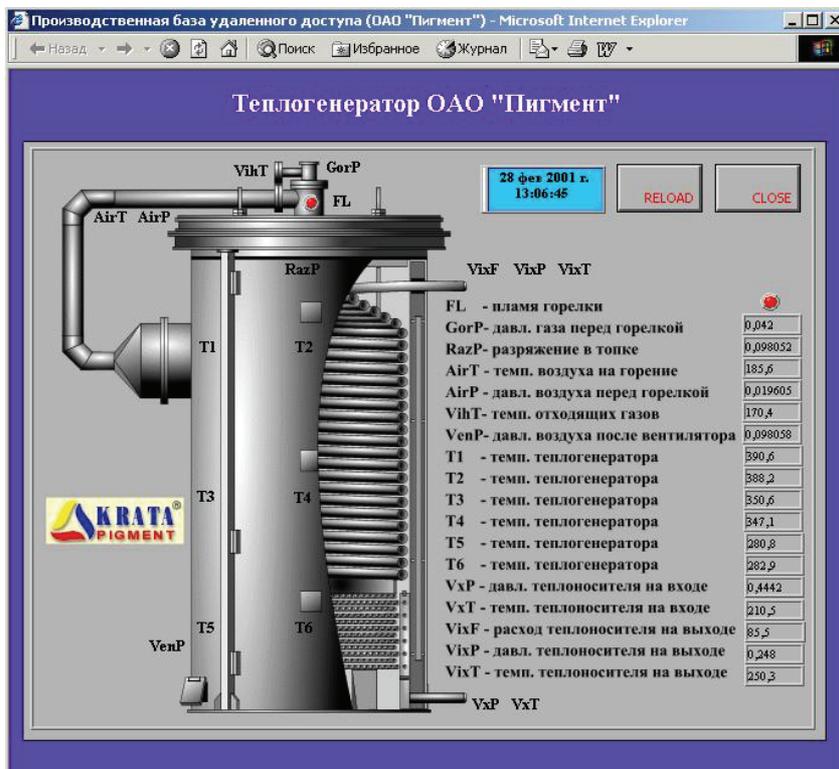


Рис. 4 Отображение в браузере обучающегося схемы функционирования и значения датчиков установки нагрева ВОТ (цех № 32 ОАО "Пигмент")

Данные о технологическом процессе, снимаемые с датчиков, с определенной периодичностью в виде текстовых файлов или баз данных (в том числе на SQL серверах) помещаются в область общего пользования (например, по ftp протоколу). В этом случае программа, формирующая пользовательский интерфейс обучающегося (рис. 4, 5), с определенной периодичностью считывает данные из файла по определенному ftp адресу. Также возможен вариант получения данных по согласованию работы SQL сервера предприятия и SQL сервера университета.

Обучающийся, используя средства навигации и поиска образовательной среды, имеет возможность в сети Internet изучать состав и конструкцию оборудования химико-технологического производства, знакомиться с регламентами выпуска продукции,

а главное, в режиме on-line наблюдать за ходом технологических процессов на предприятии без права воздействия на их параметры (рис. 4, 5).



**Рис. 5. Отображение функционирования теплогенератора установки нагрева ВОТ (в браузере обучающегося)**

Представление ресурсов предприятия в сети Internet для организации лабораторных и практических занятий по данной тематике как в дистанционной, так и других формах образования, позволяет поднять педагогический процесс подготовки специалистов инженерного профиля на новый качественный уровень, максимально приблизив реальное производство к обучающемуся.

В заключение необходимо отметить, что использование предложенных в данной работе технологий удаленного доступа к лабораторным и производственным ресурсам требует привлечения немалых материальных и интеллектуальных средств для разработки аппаратного и программного обеспечения информационно-образовательной среды. Актуальным является создание региональных центров дистанционного образования на базе ведущих университетов и их централизованное оснащение необходимыми ресурсами. Предоставление ими услуг возможно как в области дистанционного образования, так и удаленного проведения лабораторных работ и производственной практики студентами очных и заочных отделений университетов, не оснащенных необходимым лабораторным и производственным оборудованием. Это позволит обеспечить реальную экономию материальных средств, выделяемых на финансирование лабораторной базы, избежать ненужного тиражирования подобных лабораторных установок в различных университетах, а также обеспечить дистанционный доступ через Internet обучающихся к уникальному оборудованию отдельных учебных заведений.

### Список литературы

1. Малыгин Е.Н., Карпушкин С.В., Мокрозуб В.Г., Краснянский М.Н. Автоматизированная лаборатория удаленного доступа «Проектирование и эксплуатация химико-технологических систем» // «Информационные технологии». – 1999. – № 11. – С. 49–52.

---

#### **Application of Distributed Information and Technical Resources in Open Distant Engineering Education**

**Ye.N. Malygin, M.N. Krasnyansky, S.V. Karpushkin, V.G. Mokrozub**

*Department “Flexible Automated Production Systems”, TSTU*

**Key words and phrases:** remote access to lab equipment; lab practice; distant training; chemical technological system.

**Abstract:** The concept of using informational, lab and production resources when organizing open distant engineering education in the Internet network is considered. Application of the given ideas is illustrated on the basis of interactive informational training media designed for training specialists major in 655400 “Energy and Resource Saving Processes in Chemical Technology, Oil Chemistry and Biotechnology” (<http://www.gaps.tstu.ru>).

---

#### **Anwendung von verteilten Informations- und Technikressourcen in der geöffneten Ingenieurfernausbildung**

**Zusammenfassung:** Im Artikel wird die Konzeption der Benutzung von Informations-, Labor- und Betriebsressourcen bei der Organisierung der geöffneten Ingenieurfernausbildung im Netz Internet betrachtet. Die Anwendung von dargelegten Thesen wird auf Grund des interaktiven information-ausbildenden Mediums für die Vorbereitung von Fachleuten in der Fachrichtung 655400 “Energie- und ressourcensparende Prozesse in der chemischen Technologie, Erdölchemie und Biotechnologie” (<http://www.gaps.tstu.ru>).

---

#### **Emploi de la distribution des ressources d’information et de technique dans un espace ouvert de l’enseignement d’ingénieur à distance**

**Résumé:** Dans cet article on examine la conception de l’emploi des ressources d’information, de laboratoire et de production au cours de l’organisation de l’enseignement d’ingénieur à distance dans le réseau d’Internet. L’applications des thèses exposées est illustrée à la base du milieu interactif d’information et d’enseignement pour la formation des spécialistes de la direction 655400 “Les processus conservant de l’énergie et des ressources dans la technologie chimique, la chimie pétrolière et la biotechnologie” (<http://www.gaps.tstu.ru>).

---