

УДК 622.276.344:681.5

**К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МНОГОУРОВНЕВЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ В УФИМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
НЕФТЯНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF LABORATORY
PRACTICUM ON DESIGNING MULTI-LEVEL CONTROL SYSTEMS
UFA STATE PETROLEUM TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

Г. Х. Кутлюяров, Ж. Б. Тлеулиева

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

G. H. Kutluyarov, Z. B. Tleuliyeva

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation**

e-mail: kutluyarov-app1@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается «бюджетный» вариант компьютерного практикума для ознакомления студентов с проектированием многоуровневых систем управления в SCADA - пакете TRACE MODE 6.09 и его более поздних релизах.

Под проектом в TRACE MODE 6 понимается вся совокупность данных и алгоритмов функционирования распределенной АСУ (АСУ ТП), заданная средствами TRACE MODE. Итогом разработки проекта в ИС является создание файлов, содержащих необходимую информацию об алгоритмах работы АСУ. Эти файлы затем размещаются на аппаратных средствах (компьютерах и контроллерах) и выполняются под управлением исполнительных модулей.

Для получения студентами первичных навыков проектирования автоматизированных систем управления используется интегрированная среда разработки проекта комплекса программ, имитирующая присутствие остальных его частей, демо-версии пакета, поскольку они высылаются фирмой AdAstra – разработчиком SCADA-пакетов TRACE MODE, бесплатно.

Материал, содержащийся в практикуме, поможет студентам и слушателям Института дополнительного профессионального образования в ходе выполнения лабораторных работ, без глубокого изучения документации пакета программ, получить навыки проектирования автоматизированных систем управления на базе демо-версии SCADA-системы TRACE MODE.

Компьютерный практикум обобщает опыт преподавания кафедрой автоматизации технологических процессов РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина и кафедрой автоматизации технологических процессов и производств УГНТУ в области проектирования автоматизированных систем управления.

Abstract. The present article deals with «cheap» version of the computer practical course, which is presented to familiarize students with the design of multilevel control systems in SCADA TRACE MODE 6.09 and its later releases.

Under the project in TRACE MODE 6 refers to the totality of the data and algorithms of distributed automatic control system (ACS), defined by means of TRACE MODE. The result of the development of the project IP is to create files containing the necessary information about the algorithms of work of ACS. These files are then placed on the hardware (PCs and controllers) and run under the control of the Executive modules.

To ensure that the students acquire the primary skills of designing automated control systems using the integrated development environment of the project of complex programs that simulate the presence of the rest, the demo version of the package, because they are sent by the firm AdAstra – developer SCADA packages TRACE MODE, free.

The workshop material will help students and attendants of the Institute of Additional Professional Education without in-depth study of the software package documentation get skills in designing automated control systems based on the demo version of TRACE MODE SCADA-system during the course of laboratory work.

The computer practice summarizes the experience of teaching the Department of Automation of Technological Processes of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas and the Department of Automation of Technological Processes and Production of USPTU in the Field of Design of Automated Control Systems.

Ключевые слова: автоматизированные системы (АС), SCADA – пакет, HMI, монитор реального времени (МРВ), глобальный регистратор (ГР), автоматизированное рабочее место (АРМ), установка подготовки нефти (УПН), ПИД - закон регулирования.

Key words: automated systems, SCADA package, HMI, real-time data monitor (RTDM), global registrar, automated workstation, oil processing facilities, PID-control law.

Человечеству 21 века приходится решать сложнейшие проблемы (экология, поиск альтернативных источников энергии, материалов и технологий, соответствующих постиндустриальному обществу).

Важная роль в решении этих проблем отводится информационным технологиям, лежащим, в частности в основе проектирования сложных объектов, к которым относятся интегрированные системы управления. Различают два их типа – традиционные щитовые системы автоматизации (СА) и автоматизированные системы (АС) различного ранга: АСУП, АСУТП и т.д., основанные на применении компьютеров.

Сложные и эффективные АС являются естественным результатом развития щитовых СА. Поэтому, несмотря на существенное превосходство

АС по сложности и возможностям, принципы построения и тех и других едины и отражены в системном подходе к проектированию систем управления.

Границы проектирования интегрированных систем управления наглядно отражены в «пирамиде» управления промышленным предприятием [1].

В рамках реализации инновационных технологий образования на кафедре «Автоматизация технологических процессов и производств» Уфимского нефтяного технического университета была создана лаборатория для изучения программных средств проектирования современных систем автоматизации. Один из образовательных комплексов лаборатории был предназначен для изучения наиболее распространённых в России SCADA-пакетов, применяемых на предприятиях нефтегазодобычи.

Основные требования к методике постановки лабораторных работ заключаются в следующем:

- соответствие современным тенденциям и требованиям к организации АСУ ТП и использованию ходового программного обеспечения, чтобы получаемые студентами знания и навыки имели бы универсальный характер;
- ориентация на стендовый характер проведения лабораторных занятий для одновременного обучения группы студентов.

В настоящее время наиболее распространенной является трёхуровневая архитектура АСУ ТП. Пакет программ TRACE MODE российской фирмы AdAstrA, реализующий указанную архитектуру, - это первая интегрированная информационная система для управления промышленным производством, объединяющая в едином комплексе продукты класса SOFTLOGIC-SCADA/HMI-MES-EAM-HRM [2,3].

Этот пакет позволяет решать следующие задачи (рисунок 1):

- прием по сети данных, посылаемых для архивирования от мониторов реального времени (MPB);
- сохранение полученных данных в общий архив проекта;

- поддержка восстановления архивных данных с резервного глобально-го регистратора (ГР);
- чтение из архива и отображение в реальном времени значений параметров технологического процесса;
- анализ и обработка данных, сохраненных в архив;
- обмен данными с другими приложениями WINDOWS с помощью DDE/NetDDE/OPC;
- обмен с базами данных через ODBC.

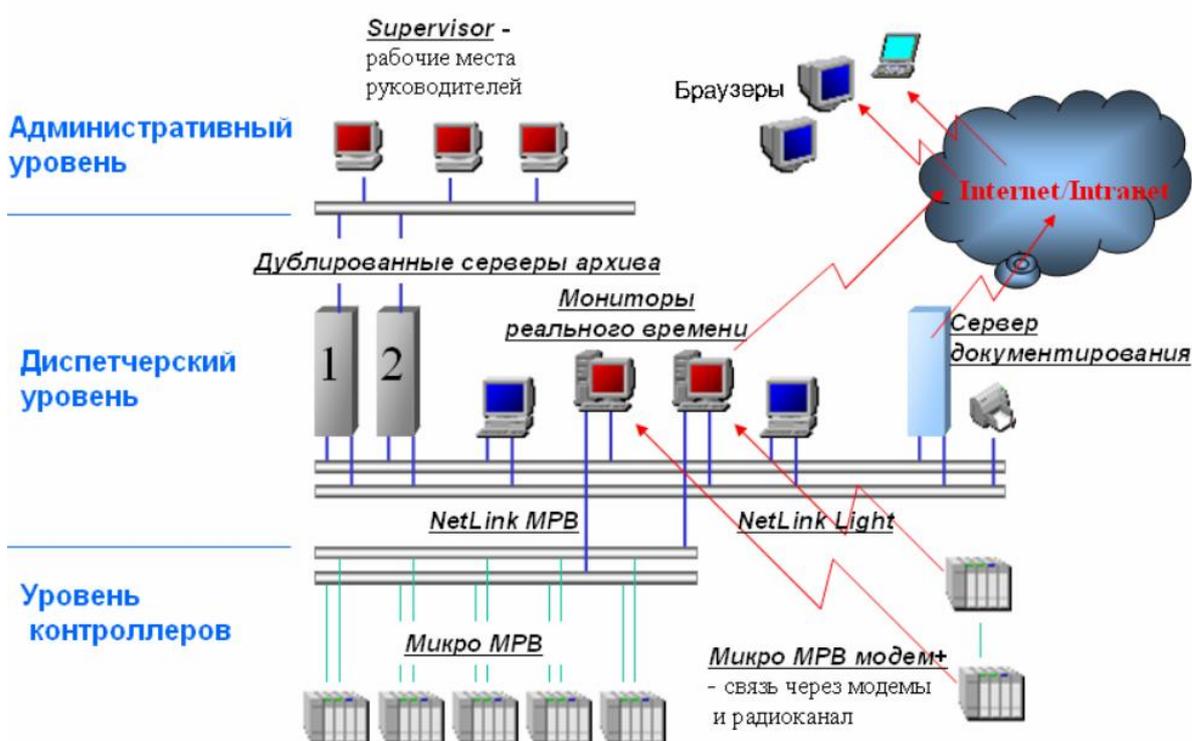


Рисунок 1. Комплекс технических средств АСУТП под управлением TRACE MODE

Комплекс программ TRACE MODE 6 можно разделить на 3 части: Интегрированная среда разработки проекта; Исполнительные модули; Драйверы обмена. Интегрированная среда разработки проекта (ИС) – единая программная оболочка, содержащая весь необходимый инструментарий для разработки проекта.

Под проектом в TRACE MODE 6 понимается вся совокупность данных и алгоритмов функционирования распределенной АСУ (АСУ ТП), задан-

ная средствами TRACE MODE. Итогом разработки проекта в ИС является создание файлов, содержащих необходимую информацию об алгоритмах работы АСУ. Эти файлы затем размещаются на аппаратных средствах (компьютерах и контроллерах) и выполняются под управлением исполнительных модулей.

Для получения студентами первичных навыков проектирования автоматизированных систем управления было решено активно пользоваться интегрированной средой разработки проекта комплекса программ, имитируя присутствие остальных его частей, а также использовать демо-версию пакета, поскольку она высылается фирмой AdAstra – разработчиком SCADA-пакетов TRACE MODE, бесплатно.

Структура практикума

Задание на проектирование заключается в разработке довольно простого варианта операторского интерфейса (человеко-машинный интерфейс - HMI), содержащего один узел АРМ (автоматизированное рабочее место) для управления технологическим процессом, протекающим в отстойнике на установке подготовки нефти (УПН). Функциональная схема автоматизации отстойника представлена на рисунке 2 [4].

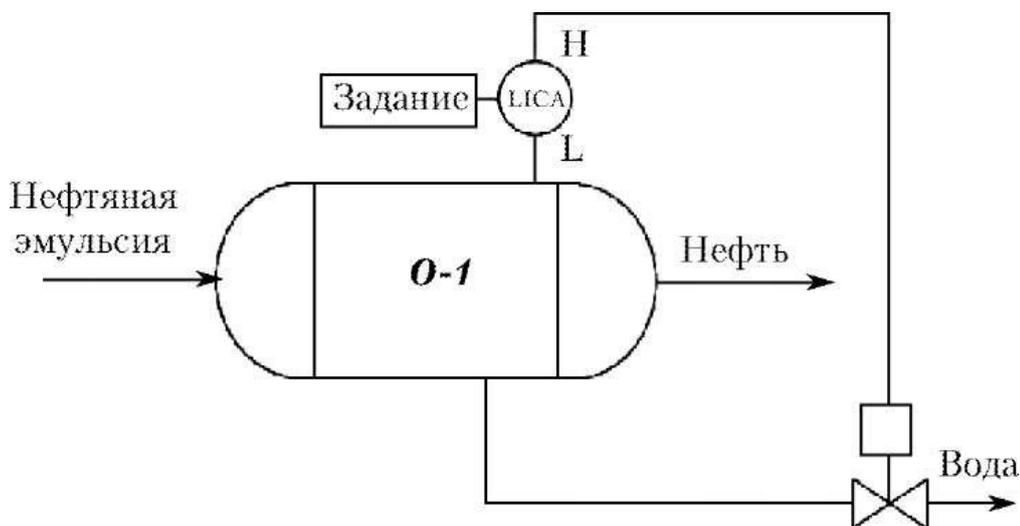


Рисунок 2. Функциональная схема автоматизации отстойника

Автоматизация технологического процесса предполагает:

- контроль межфазного уровня (вода-эмульсия) в отстойнике;
- сигнализацию предельных отклонений верхнего и нижнего уровня;
- автоматическое регулирование межфазного уровня по ПИД - закону.

Интерфейс оператора должен включать в себя три экрана:

- 1) основной экран – мнемосхема технологического процесса, где следует предусмотреть для оператора возможность изменения задания регулятору уровня и переход на ручное (дистанционное) управление клапаном;
- 2) экран с трендами, отображающими текущее и заданное значения регулируемого параметра, а также положение штока регулирующего клапана;
- 3) экран отчета тревог.

В SCADA-системах обычно используются два основных метода разработки проектов АСУ ТП - «От графики» и «От задачи» (рисунок 3).

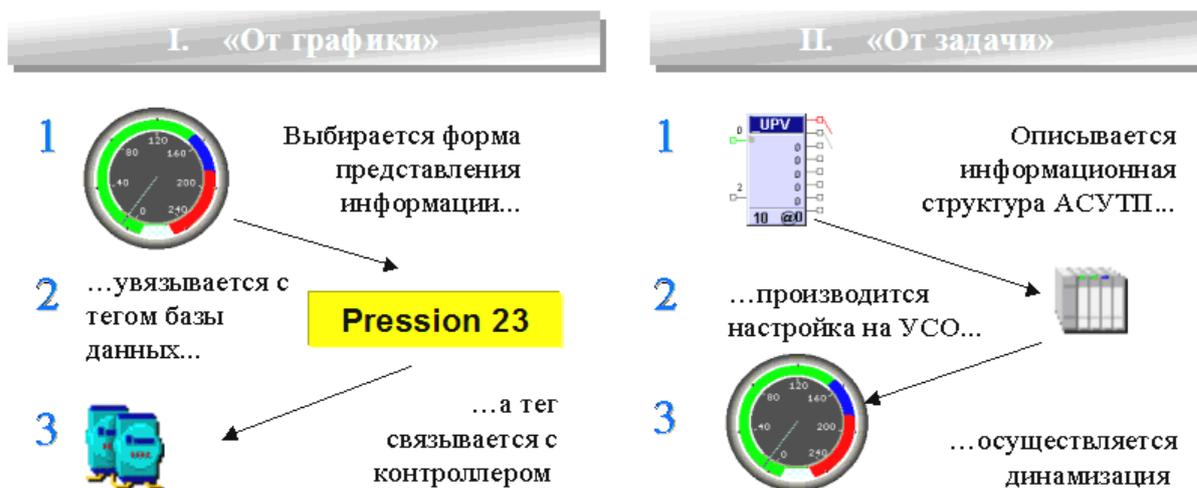


Рисунок 3. Методы разработки АСУ ТП

Подход «От графики» предполагает создание базы данных реального времени по мере разработки мнемосхем, что удобно при создании небольших систем. Для более сложных объектов, более оптимальным является подход «От задачи», когда вначале описывается информационная структура АСУ ТП, производится настройка устройств связи с объектами (УСО),

затем осуществляется динамизация (анимация) объекта. Этот метод реализован в практикуме.

Предлагается к реализации следующая структура проекта: создание и редактирование каналов, создание FBD – программы, создание графического интерфейса узла (создание и настройка атрибутов экрана, разработка графического интерфейса, создание статических элементов, размещение динамических элементов); организация архивирования в проекте (создание словаря сообщений, настройка каналов для архивирования и отчета тревог, настройка параметров архивов, создание окна отчета тревог); документирование проекта в формате HTML.

Результаты

Вначале создаётся FBD - программа, моделирующая систему автоматического регулирования межфазного уровня в отстойнике. Эта программа должна вычислять текущее значение параметра, рассогласование (отклонение текущего значения параметра от заданного), формировать управляющее воздействие по ПИД - закону, блокировать выход регулятора при переходе на ручной режим регулирования и обеспечивать изменение межфазного уровня при перемещении штока клапана в режиме ручного управления.

Для разработки интерфейса оператора в интегрированную среду встроен редактор представления данных (РПД). В него включены все графические фрагменты, которые выводятся на монитор данной операторской станции.

Далее, пользуясь библиотеками элементов, а также встроенным в модуль интегрированной среды разработки, графическим редактором, создаётся статический вариант интерфейса оператора, после чего производится динамизация (анимация) мнемосхемы.

Ниже приведён фрагмент тестирования компьютерной FBD-программы и примерный вид всех трех экранов, входящих в интерфейс оператора.

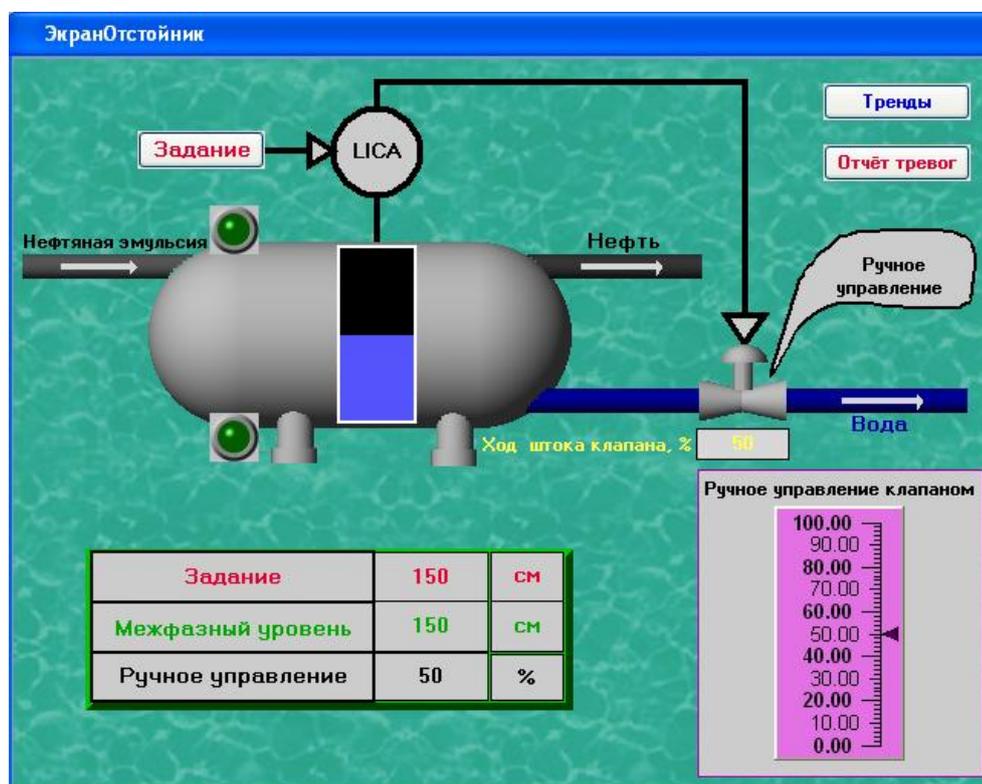
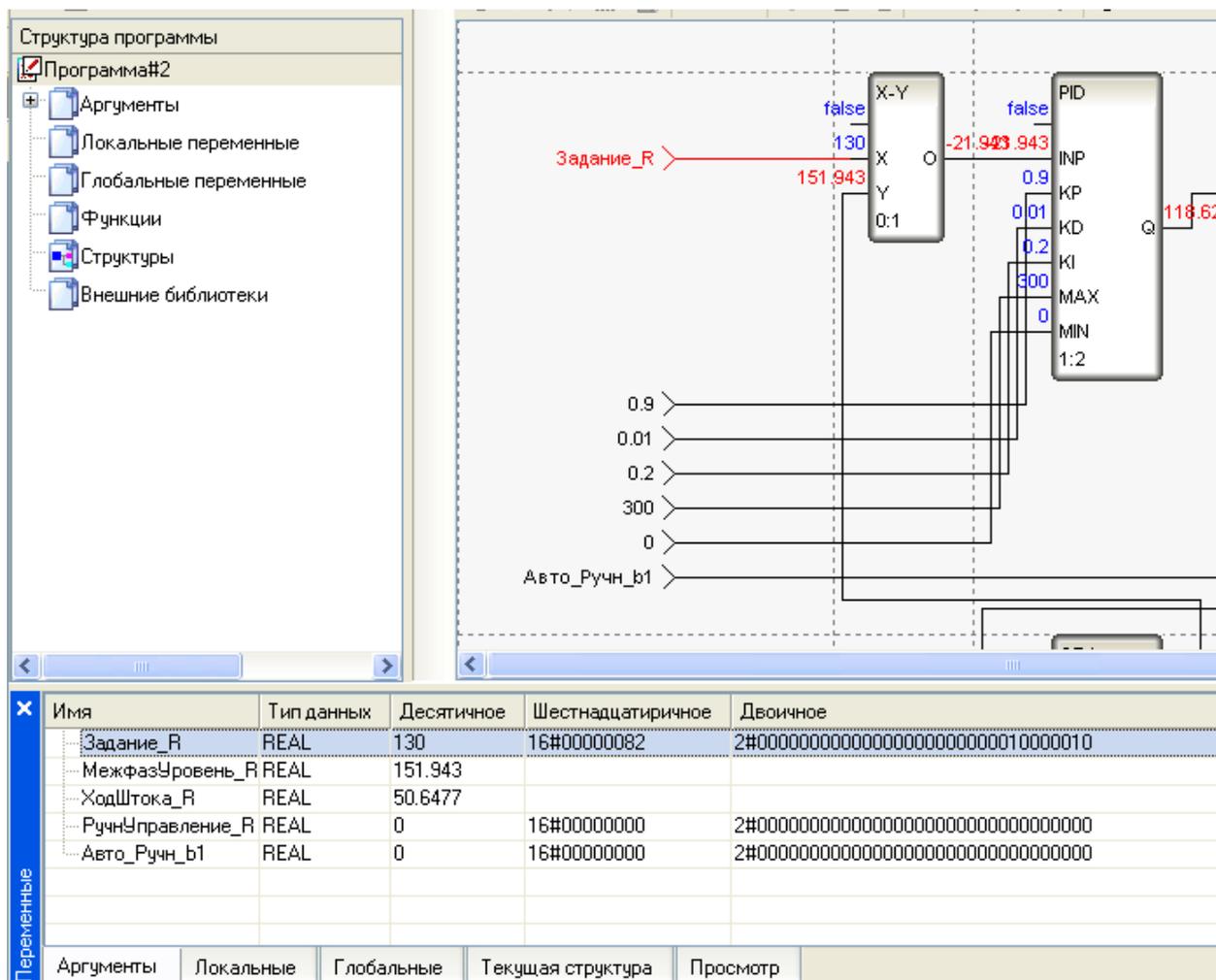


Рисунок 4. Основной экран операторского интерфейса проекта
Экран Отстойник

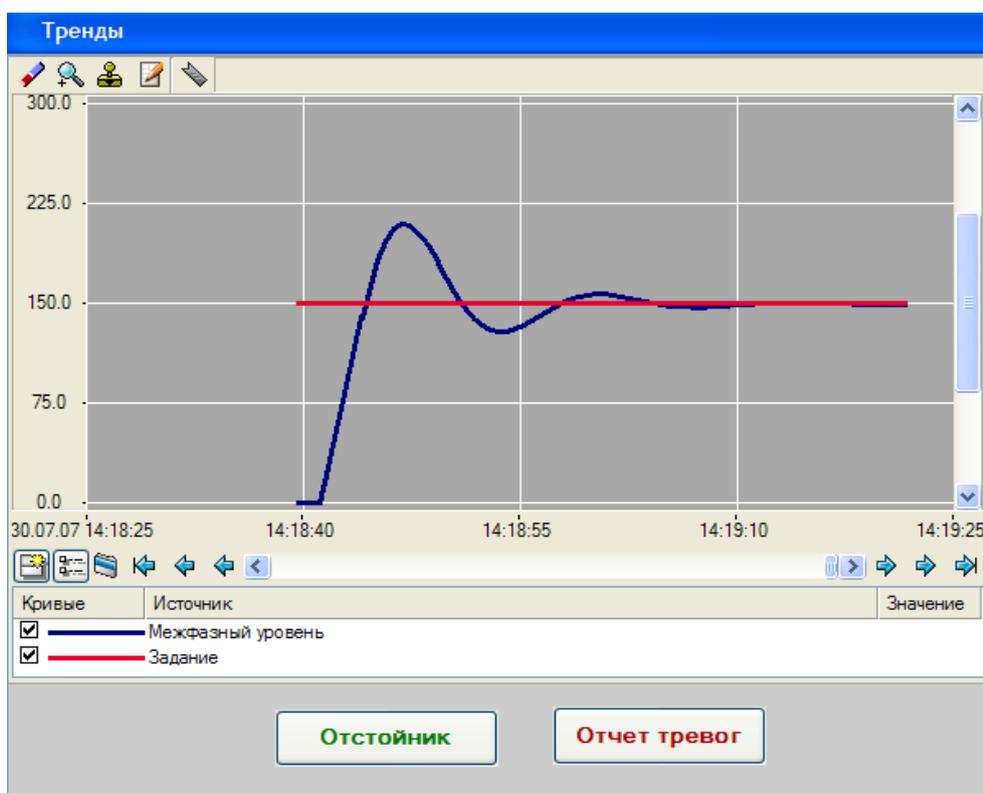


Рисунок 5. Экран Тренды

Время	Категория	Имя	Кодировка	Сообщение
30.07.2007 14:14:10	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:12:54	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 14:12:44	A	Задание	ТС5	Тревога
30.07.2007 14:12:33	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:12:06	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 14:11:39	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:10:04	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 14:09:53	A	Задание	ТС5	Тревога
30.07.2007 14:09:28	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:06:53		Руч_управл	ТС5	=73.2877
30.07.2007 14:06:36	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 14:06:19	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:06:16	A	Задание	ТС5	Тревога
30.07.2007 14:05:48	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:05:08		Руч_управл	ТС5	=90.411
30.07.2007 14:04:26		Руч_управл	ТС5	=26.7123
30.07.2007 14:04:06		Руч_управл	ТС5	=0
30.07.2007 14:03:37	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 14:03:06	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 14:01:10	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 14:00:43	A	Задание	ТС5	Тревога
30.07.2007 14:00:06	M	Задание	ТС5	Норма
30.07.2007 13:59:50	W	Задание	ТС5	Предупреждение
30.07.2007 13:58:21		Руч_управл	ТС5	=31.5068
30.07.2007 13:57:15		Ход_Штока	ТС5	=0
30.07.2007 13:57:15		МежфазУровень	ТС5	=0

Рисунок 6. Экран Отчет тревог узла

Выводы

Мониторинг результатов показал, что на выполнение фронтальных работ компьютерного практикума требуется около восьми академических часов практических занятий [5].

Список используемых источников

1 Кутлюяров Г. Х. Андреев Е. Б. Современные программные средства АСУТП в нефтегазовой промышленности: учеб. пособие. Уфа: ООО «Нефтегазовое дело», 2012. 480с.

2 Интернет-ресурсы: www.adastra.ru , www.tracemode.ru.

3 Справочная система ТРЕЙС МОУД 6.09.

4 Кутлюяров Г. Х. Тарисов Р.Ш. Проектирование многоуровневых систем управления в интегрированной среде ТРЕЙС МОУД 6: учеб. пособие. Уфа: ООО «Монография», 2007. 172с.

5 Антонова А.А., Кутлюяров Г.Х. К разработке практикума по проектированию многоуровневых систем управления в пакете TRACEMODE 6.10. Материалы 68-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. материалов конф. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. Кн.1. С. 618.

References

1 Kutluyarov G.H. Sovremennyye programmnyye sredstva ASU TP v neftegazovoi promyshlennosti: uchebnoye posobie / G.H. Kutluyarov, E.B. Andreev. – Ufa: LLC «Neftegazovoe delo», 2012 – 480 s. [in Russian].

2 Internet-resources: www.adastra.ru , www.tracemode.ru.

3 Spravochnaya systema TRACE MODE 6.09. [in Russian].

4 Kutluyarov G.H. Proektirovaniye mnogourovnevnykh system upravleniya v integrirovannoy srede TRACE MODE 6: uchebnoye posobie / G.H. Kutluyarov, R.S. Tarisov – Ufa: LLC «Monographiya», 2007. – 172 s. [in Russian].

5 Antonova A.A., Kutluyarov G.H. K razrabotke praktikuma po proektirovaniyu mnogourovnevnyh system upravleniya v pakete TRACE MODE 6.10. Materialy 68-i nauchno-technicheskoi konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenykh UGNTU sbornik materialov konf. – Ufa: Izdatelstvo UGNTU, 2017. Kn.1 – S. 618. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Кутлюяров Г.Х., канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств», ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация.

G.H. Kutluyarov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Chair «Automation of Technological Processes and Production», FSBEI HE USPTU, Ufa, Russian Federation.

e-mail: kutluyarov-app1@yandex.ru

Тлеулиева Ж.Б., магистрант гр. МАГ-16-01, ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация.

Z.B. Tleuliyeva, Master student of MAG-16-01 Group, FSBEI HE USPTU, Ufa, Russian Federation.

e-mail: tleuliyeva@yandex.ru