

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
<b>Программно-методическое обеспечение для изучения Scada-системы Trace Mode 6.0</b>
УДК 004.415.2:004.384:004.896

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т81	Се Юйсюань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Максим Владимирович	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
<b>УК(У)-10</b>	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.
<b>УК(У)-11</b>	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
	вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
<b>ПК(У)-2</b>	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
<b>ПК(У)-3</b>	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.
<b>ПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
<b>ПК(У)-6</b>	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>ПК(У)-7</b>	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем.
<b>ПК(У)-8</b>	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
<b>ПК(У)-9</b>	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
<b>ПК(У)-10</b>	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
<b>ПК(У)-11</b>	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
<b>ПК(У)-18</b>	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
<b>ПК(У)-19</b>	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
	циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
<b>ПК(У)-20</b>	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.
<b>ПК(У)-21</b>	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
<b>ПК(У)-22</b>	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Громаков Е.И.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
158Т81	Се Юйсюань

Тема работы:

<b>Программно-методическое обеспечение для изучения Scada-системы Trace Mode 6.0</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 45-50/с от 14.02.2022 г

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><b>SCADA-система Trace Mode 6.0 .</b></p> <p><b>Язык программирования FBD.</b></p> <p><b>Программно-методическое обеспечение.</b></p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><b>Изучение назначения и состава SCADA-системы Trace Mode 6.0.</b></p> <p><b>Изучение редакторов Trace Mode 6.0.</b></p> <p><b>Создание мнемосхем динамизации в Trace Mode 6.0.</b></p> <p><b>Создание программно-методического обеспечения для выполнения лабораторной работы.</b></p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><b>Презентация в формате *.ppt</b></p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Былкова Т.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Старший преподаватель ООД ШБИП Авдеева И.И.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Нет</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>14.02.2022</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Максим Владимирович	к.т.н.		14.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158T81	Се Юйсюань		14.02.2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
 Уровень образования – Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения – Весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2022 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2022 г.	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкии М.В.	К.Т.Н.		14.02.2022

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	К.Т.Н.		14.02.2022



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
158Т81		Се Юйсюань	
<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Автоматизации и робототехники</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Программнометодическое обеспечение для изучения Scadasистемы Trace Mode 6.0	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p>Объект исследования: Scadasистемы Trace Mode 6.0;</p> <p>Область применения: Автоматизация управления и контроля в промышленном производстве;</p> <p>Рабочая зона: Лаборатория в условиях искусственного освещения;</p> <p>Размеры рабочей зоны: 50м<sup>2</sup>;</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 6 прямоугольных столов, 5 компьютеров, 5 мониторов;</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Используется компьютер для всех экспериментов.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b>	<p>Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя</p> <p>ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности</p> <p>СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.</p> <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022)</p>

<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p>	<p>Опасные факторы:  1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.  Статическое электричество  Короткое замыкание  Вредные факторы:  1. Повышенный уровень шума;  2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;  3. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;  4. Монотонность труда, вызывающая монотонию;  5. Длительное сосредоточенное наблюдение.  Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: беруши, наушники, кондиционер.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b></p>	<p>Воздействие на селитебную зону: при работе на ПК воздействия не происходит  Воздействие на литосферу: происходит из-за утилизации отходов при выходе из строя компонентов устройства, утилизация люминесцентных ламп, микросхем.  Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала  Воздействие на атмосферу: при работе на ПК воздействия не происходит</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b></p>	<p>Возможные ЧС:  Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);  Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);  Наиболее типичная ЧС:  пожар вследствие короткого замыкания</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			16.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
--------	-----	---------	------

158T81	Се Юйсюань	16.02.2022
--------	------------	------------

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
158T81	Се Юйсюань

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Автоматизации и робототехники</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней рыночной стоимости. Оклады в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30% районный коэффициент
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	30% отчисления во внебюджетные фонды

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Представить оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Разработать план научно-исследовательских работ и рассчитать затраты.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценочная карта QuaD 2. Матрица SWOT. 3. Диаграмма Ганта. 4. График проведения НИ. 5. Бюджет НИ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН, ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		29.03.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
158T81	Се Юйсюань		29.03.2022

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 142 с., 57 рис., 16 табл, 14 источников, 2 прил.

Ключевые слова: SCADA–СИСТЕМА, МНЕМОСХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ КОНТРОЛЛЕР КРОСС, ОРС-СЕРВЕР.

Объектом исследования является: Компьютерное программное обеспечение TRACE MODE 6 и ISaGRAF, персональный компьютер, операционная система микропроцессорного контроллера КРОСС.

Цель работы – разработка программно-методического обеспечения, которое будет внедрено в учебный процесс и позволит студентам изучить SCADA-систему TRACE MODE 6, выполняя лабораторные работы.

В процессе исследования проводились использовался лабораторный комплекс, имеющий в своем составе пакет TRACE MODE 6 и ISaGRAF , а так же персональный компьютер с ОС Windows.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы было разработано методическое обеспечение для знакомства студентов с пакетом TRACE MODE версии 6.0 на примере промышленного микропроцессорного контроллера КРОСС.

Область применения: Химия, продукты питания, новая энергия, Интернет вещей, медицина, нефть, машины, электричество и т. д.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	15
1 АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АСУТП .....	16
1.1 Назначение SCADA – систем .....	16
1.2 Анализ SCADA-систем, используемых для построения АСУТП .....	22
2 ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ SCADA-ПАКЕТОВ. ....	23
2.1 Отличительные особенности SCADA-пакета InTouch.....	23
2.2 Отличительные особенности SCADA-пакета WinCC .....	26
2.3 Отличительные особенности SCADA-пакета iFIX/FIX .....	28
2.4 Отличительные особенности SCADA-пакета Factory Link .....	30
2.5 Отличительные особенности SCADA-пакета Master SCADA.....	31
2.6 Отличительные особенности SCADA-пакета GENESIS32.....	33
2.7 Отличительные особенности SCADA-пакета Trace Mode 6.0.....	35
3 SCADA-ПАКЕТ TRACE MODE 6.0 .....	38
3.1 Состав системы Trace Mode 6.0.....	38
3.2 Функции, выполняемые системой Trace Mode 6.0 .....	40
3.3 Работа в интегрированной среде разработки проекта системы Trace Mode 6.0.....	41
3.4 Оболочка ИС системы Trace Mode 6.0.....	41
3.5 Навигатор проекта системы Trace Mode 6.0.....	43
3.6 Набор редакторов системы Trace Mode 6.0 .....	46
4 ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ SCADA-СИСТЕМ .....	54
4.1 Назначение, состав и структурная схема лабораторного комплекса.....	54
4.2 Алгоритмическое и программное обеспечение лабораторного комплекса .....	56
4.3 OPC-сервер контроллера КРОСС .....	60
4.4 Демонстрационная программа на базе Трейс Моуд 6.0.....	63
5 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ TRACE MODE	
6.0.....	66
5.1 Создание графического интерфейса в SCADA-системе Trace Mode 6.0 .....	66
5.2 Разработка базы каналов в SCADA-системе Trace Mode 6.0.....	67
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И	
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	70

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	70
6.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	73
6.3 Бюджет научно-технического исследования.....	79
7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	85
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	85
7.2 Производственная безопасность.....	86
7.3 Экологическая безопасность.....	94
7.4 Безопасность в аварийной ситуации.....	95
7.5 Выводы по разделу.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
CONCLUSION .....	1021
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А Методические указания по выполнению лабораторной работы № 655 «Создание графического интерфейса в SCADA-системе Trace Mode 6.0» .....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Методические указания по выполнению лабораторной работы № 656 «Разработка базы каналов в SCADA-системе Trace Mode 6.0» .....	127

## ВВЕДЕНИЕ

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами строятся на базе промышленных микропроцессорных контроллеров и персональных компьютеров. Структура таких систем в большинстве случаев является двухуровневой, так как именно на этих уровнях реализуется непосредственное управление технологическими процессами. На нижнем уровне располагаются контроллеры, реализующие функции контроля и регулирования, а на верхнем – диспетчерские станции, осуществляющие оперативное отображение информации, архивирование информации и документирование.

Реализация функций АСУ ТП верхнего уровня осуществляется с помощью специальных программных пакетов, которые носят название SCADA-пакетов (Supervisory Control And Data Acquisition). SCADA-пакеты на сегодняшний момент времени остаются перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами) в жизненно важных и критичных с точки зрения безопасности и надежности областях.

На рынке программных продуктов в настоящее время предлагается большое количество SCADA- пакетов как отечественных, так и зарубежных. Но наиболее распространенным среди таких пакетов является отечественный пакет TRACE MODE.

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена разработке программно-методического обеспечения для знакомства студентов с пакетом TRACE MODE версии 6.0 на примере промышленного микропроцессорного контроллера КРОСС.

Предлагаемые в работе занятия позволяют ознакомиться с составом пакета и получить практические навыки создания мнемосхем систем визуализации технологических процессов.

# 1 АНАЛИЗ SCADA-СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АСУТП

## 1.1 Назначение SCADA – систем

Система SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), а именно система управления сбором данных и мониторингом, может применяться для сбора данных и мониторинга, контроля и управления процессами в области электроэнергетики, нефтяной, химической промышленности, газа, железной дороги и т. д., для выполнения локального или удаленного автоматического управления промышленными объектами, а также для проведения комплексных операций в режиме реального времени. мониторинг выполнения производственных процессов, для обеспечения необходимой информационной поддержки производства и управления.

Области применения системы SCADA очень широки, и ее функции в основном сосредоточены на трех аспектах: сбор производственных данных в режиме реального времени, мониторинг производственного оборудования, аварийная сигнализация производственного оборудования, анализ данных, отчет о данных и отображение на приборной панели, а также его Характеристики в основном отражают следующие аспекты.

1. Поддержка различных протоколов связи для удовлетворения требований к связи большинства контроллеров и инструментов на рынке. Он может связываться с аппаратной системой автоматизации и информационной системой программного обеспечения.

2. Мониторинг в реальном времени и интуитивно понятное отображение динамики производства, прямое или косвенное управление полевым оборудованием для удовлетворения потребностей визуального управления.



3. Проведите статистический анализ данных и отобразите их на большом экране для справки.

Система SCADA состоит из 3 основных элементов.

1. HMI (сенсорный экран): Функция элемента HMI заключается в отображении полученной информации в удобном для понимания графическом виде и в архивировании всех полученных данных.
2. RTU: функция RTU заключается в сборе полевой информации и отправке этой информации в центральное место с помощью коммуникационного программного обеспечения.
3. Средство связи: будет осуществляться через линию передачи данных на заводе или через оптическое волокно. Связь может осуществляться по радио между различными регионами.

Преимущества SCADA заключаются в следующем.

1. Собирать всевозможные данные в производственном процессе для предприятия в режиме реального времени, что заменяет ручной труд и позволяет избежать определенных потерь, вызванных ошибками персонала, тем самым повышая эффективность.
2. Улучшить цифровое и интеллектуальное управление продуктами, производственным процессом, эффективностью производства, информацией о качестве, работой оборудования и т. д., а также оптимизировать возможности цифрового управления и контроля производственного процесса.
3. Мониторинг состояния производства каждого оборудования в режиме реального времени, единое развертывание производственных заказов и обслуживание оборудования и т. д. для управленческого персонала.

Многие проекты автоматизированных систем контроля и управления (СКУД) для широкого спектра приложений позволяют выбрать общую реализацию, как показано на рисунке 1.

Как правило, это двухуровневые системы, поскольку именно на этих уровнях осуществляется непосредственное управление техпроцессом. Детали каждой конкретной системы управления определяются программными и аппаратными платформами, используемыми на каждом уровне.

- Нижний уровень – объектный уровень (контроллер) – включает в себя различные датчики для сбора информации о технологическом потоке, электроприводы и исполнительные механизмы для осуществления регулирующих и управляющих воздействий.

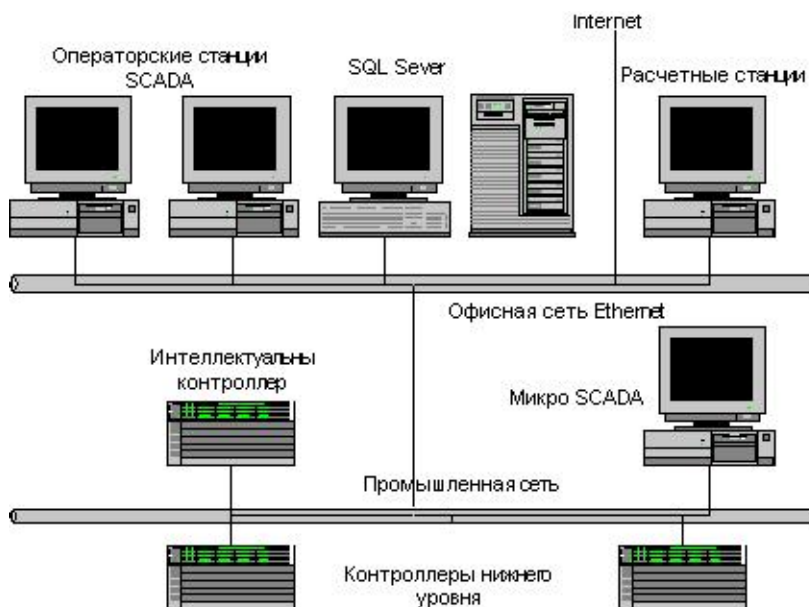


Рисунок 1 - Обобщенная схема системы контроля и управления

- Информация от локальных контроллеров может отправляться непосредственно в сеть центра управления или через контроллеры более высокого уровня (см. рис. 1). В зависимости от поставленной задачи контроллер верхнего уровня (хаб, смарт-контроллер или коммуникационный контроллер) реализует различные функции.

- Верхний уровень - Центр управления (ДЦ) - Первый включает в себя один или несколько постов управления, которые являются рабочими местами автоматизации диспетчера/оператора (АРМ). Здесь также могут быть размещены серверы баз данных, специализированные рабочие станции (компьютеры) и т.п., обычно с использованием в качестве рабочих станций IBM PC различной конфигурации.

Станция управления предназначена для отображения хода технологического процесса и оперативного контроля. Эти задачи предназначены для решения SCADA-систем. SCADA — это специализированное программное обеспечение, ориентированное на обеспечение интерфейса между диспетчерами и системами управления, а также связь с внешним миром.

Спектр функциональных возможностей определен самой ролью SCADA в системах управления и реализован практически во всех пакетах [1]:

- автоматизированная разработка, дающая возможность создания ПО системы автоматизации без реального программирования;
- средства исполнения прикладных программ;
- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- обработка первичной информации;
- регистрация алармов и исторических данных;
- хранение информации с возможностью ее пост-обработки (как правило, реализуется через интерфейсы к наиболее популярным базам данных);
- визуализация информации в виде мнемосхем, графиков и т.п.;
- возможность работы прикладной системы с наборами параметров, рассматриваемых как "единое целое" ("recipe" или "установки").

Учитывая обобщенную структуру системы управления, следует ввести еще одно понятие - Micro-SCADA. Микро-SCADA — это система, реализующая стандартный (базовый) функционал, присущий SCADA — топовой системе, но

ориентированной на решение задач автоматизации в конкретной отрасли (узкоспециализированной). Напротив, SCADA - топовая система является универсальной.

Особенности процесса управления в современных диспетчерских системах:

- процесс SCADA применяется в системах, в которых обязательно наличие человека (оператора, диспетчера);
- процесс SCADA был разработан для систем, в которых любое неправильное воздействие может привести к отказу (потери) объекта управления или даже катастрофическим последствиям;
- оператор несет, как правило, общую ответственность за управление системой, которая, при нормальных условиях, только изредка требует подстройки параметров для достижения оптимальной производительности;
- активное участие оператора в процессе управления происходит нечасто и в непредсказуемые моменты времени, обычно в случае наступления критических событий (отказы, нештатные ситуации и пр.);
- действия оператора в критических ситуациях могут быть жестко ограничены по времени (несколькими минутами или даже секундами).

К SCADA-системам предъявляются следующие основные требования:

1. надежность системы (технологическая и функциональная);
2. безопасность управления;
3. точность обработки и представления данных;
4. простота расширения системы.

Требования безопасности и надежности управления в SCADA включают:

- никакой единичный отказ оборудования не должен вызвать выдачу ложного выходного воздействия (команды) на объект управления;
- никакая единичная ошибка оператора не должна вызвать выдачу ложного

- выходного воздействия (команды) на объект управления;
- все операции по управлению должны быть интуитивно-понятными и удобными для оператора (диспетчера).

Расположение систем SCADA в информационной системе масштаба предприятия показано на рисунке 2. SCADA-системы отвечают за получение информации с уровня управления, снизу, т.е. от различных датчиков к устройствам сопряжения, от программируемых контроллеров, предоставляющих информацию для непосредственного управления производственным процессом. Кроме того, информация с уровня управления поступает на вход SCADA-системы. На уровне SCADA процессами можно оперативно управлять, принимая тактические решения на основе информации, полученной руководством. Процесс получения информации в производственном процессе идет как с верхних, так и с нижних слоев. Формировать информацию сверху, нести ответственность за работу всего предприятия, осуществлять производственное планирование.

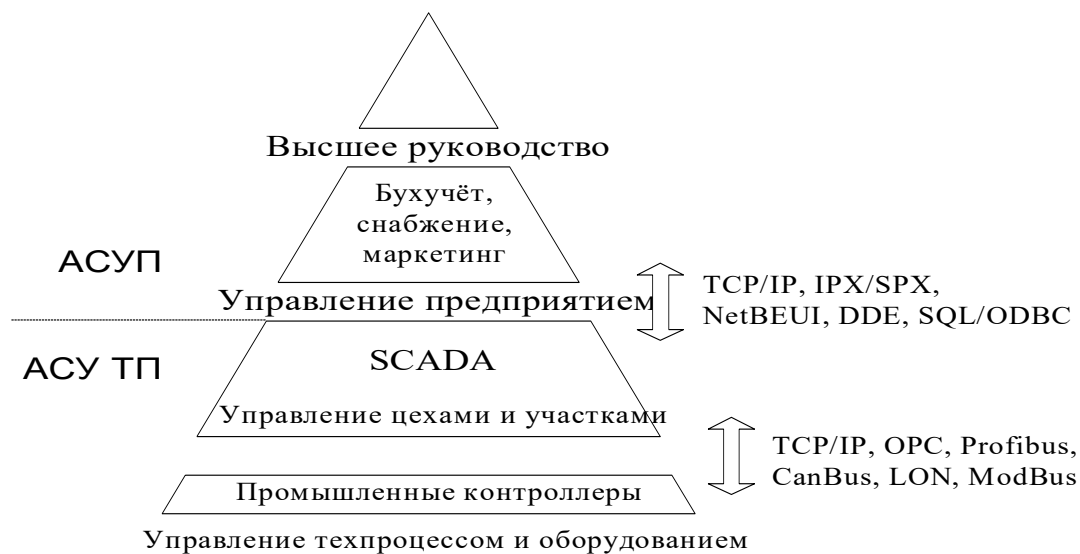


Рисунок 2 - Место SCADA-систем в информационных системах масштаба предприятия

## 1.2 Анализ SCADA-систем, используемых для построения АСУТП

На современном мировом рынке ПО в области SCADA- пакетов существует большое количество фирм, среди которых присутствуют и отечественные фирмы разработчики. Самые популярные представители данного сегмента рынка ПО в России представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Самые популярные SCADA-системы

МЕСТО	НАЗВАНИЕ	ФИРМА	СТРАНА
1	InTouch	Wonderware	США
2	WinCC	Siemens	Германия
3	Trace Mode	AdAstra	Россия
4	Factory link	US DATA	США
5	GENESIS32	ICONICS	США
6	masterSCADA	ИнСАТ	Россия

Хотя почти все пакеты программ, предназначенные для создания операторских станций АСУ ТП, предоставляют во многом аналогичные возможности, между ними есть и существенные различия как в подходе к организации работы пользователя, так и в способе реализации основных функций. Здесь судить может только пользователь, хорошо знакомый с различными SCADA-пакетами и имеющий опыт работы с ними. Для того чтобы сделать вывод о достоинствах или недостатках того или иного SCADA- пакета, необходимо выполнить анализ пакетов, существующих на современном рынке ПО, и выделить их отличительные особенности.

## **2 ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАИБОЛЕЕ ПОПУЛЯРНЫХ SCADA-ПАКЕТОВ**

### **2.1 Отличительные особенности SCADA-пакета InTouch**

НМІ InTouch предоставляют пользователям функциональность и универсальность, необходимые для современных приложений НМІ и мониторинга. Wonderware вкладывает значительные средства в исследования и разработки, чтобы предоставлять пользователям инновационные и мощные продукты. Результат: компании всех видов могут сосредоточиться на текущих аспектах бизнеса, а инженеры могут воспользоваться преимуществами новейших программных технологий. InTouch 8.0 доступен в трех разных редакциях и в нескольких режимах конфигурации, помогая компаниям всех типов сократить расходы на приобретение и обслуживание программного обеспечения и добиться более высокой окупаемости инвестиций. Программное обеспечение InTouch предоставляет пользователям общую среду разработки и гибкую архитектуру, которая позволяет пользователям создавать гибкие приложения для любого приложения автоматизации.

Программное обеспечение InTouch подходит для развертывания на автономных машинах, в распределенных архитектурах сервер/клиент, в приложениях, использующих сервер приложений Industrial FactorySuite, и в приложениях тонких клиентов, использующих службы терминалов. Кроме того, InTouch является первым продуктом НМІ, получившим сертификат Microsoft, позволяющий просматривать дисплеи с рабочих станций, персональных цифровых помощников (КПК) и браузеров. Wonderware® InTouch® для FactorySuite® предоставляет инструменты визуализации для производственных информационных систем, ориентированных на завод и оператора. Эти производственные информационные системы объединяют различную информацию, необходимую операторам, и могут использоваться совместно внутри и между

заводами.

Программное обеспечение InTouch HMI используется для визуализации и контроля процессов промышленного производства. Он предоставляет инженерам простую в использовании среду разработки и обширную функциональность, которая позволяет инженерам быстро создавать, тестировать и развертывать мощные автоматизированные приложения, которые подключаются и предоставляют информацию в режиме реального времени. Программное обеспечение InTouch представляет собой открытый, расширяемый человеко-машинный интерфейс, который обеспечивает гибкость для разработки пользовательских приложений, а также возможность подключения к широкому спектру оборудования автоматизации в промышленности.

### **Основные отличия пакета InTouch:**

- Защита паролем на уровне доступа

InTouch можно настроить для использования модели защиты паролем на уровне доступа, которая позволяет разработчикам приложений InTouch организовывать пользователей в уровни доступа с разными паролями, а затем назначать окна и теги уровням доступа. Таким образом, разработчики могут ограничивать возможности пользователя в приложении InTouch в зависимости от обязанностей и полномочий пользователя.

- Контроль привилегий Microsoft Windows NT

InTouch 8.0 позволяет разработчикам приложений использовать Microsoft Windows для управления разрешениями. Это позволяет разработчикам лицензировать пользователей InTouch для определенных контроллеров домена или локальных компьютеров на основе идентификаторов пользователей и групповых отношений. Этот полностью интегрированный подход к безопасности приложений сокращает усилия ИТ-специалистов по управлению безопасными паролями и именами пользователей и их обслуживанию.



- Соответствует FDA 21 CFR

Часть 11 Требования Программное обеспечение InTouch 8.0 также включает в себя поля управления доступом, необходимые клиентам, которые должны соответствовать части 11 21 CFR FDA и другим нормативам. В версии 8.0 добавлены новые функции и переменные сценариев безопасности, что идеально подходит для клиентов, которым необходимо соблюдать государственные постановления и устанавливать заводские политики безопасности.

- Возможности безопасности промышленных серверов приложений FactorySuite A2

Для клиентов, использующих сервер промышленных приложений FactorySuite A2, ЧМИ InTouch 8.0 также предоставляет возможность полной интеграции с моделью безопасности ArchestrA, используемой сервером промышленных приложений.

- Перекрестная ссылка тэга

Функция перекрестных ссылок на тэги позволяет пользователям анализировать использование тэгов, супертегов и удаленных ссылок на тэги. Он указывает на определенный тэг или ссылку на используемое окно или QuickScript. Для удобства окно перекрестных ссылок тэгов всегда можно открыть в редакторе WindowMaker, в то время как разработчик может выполнять другие задачи. Это также позволяет напрямую наблюдать за QuickScripts или QuickFunctions, содержащими тэги.

- ПБраузер тэгов

Браузер тэгов позволяет пользователям получать доступ к данным из любого приложения FactorySuite (например, другого узла InTouch, программного обеспечения управления в реальном времени InControl, гибкого программного обеспечения пакетной обработки InBatch, IndustrialSQL Server из любого другого источника тэгов), выбирая поля тэга и тэга. Эта возможность обеспечивает быструю

настройку между приложениями, экономя значительное время разработчиков и синхронизируя тэги для упрощения администрирования и обслуживания.

## **2.2 Отличительные особенности SCADA-пакета WinCC**

WinCC (Windows Control Center) — это программная система HMI/SCADA на базе ПК в архитектуре Siemens TIA (Totally Integrated Automation). HMI (человеко-машинный интерфейс) человеко-машинный интерфейс, SCADA (диспетчерское управление и сбор данных) мониторинг, управление и сбор данных. SCADA-система представляет собой компьютеризированную систему управления производственным процессом и автоматизации планирования. Он может контролировать и контролировать рабочее оборудование на месте для реализации таких функций, как сбор данных, управление оборудованием, измерение, настройка параметров и различные сигналы тревоги.

WinCC является одной из систем SCADA с наиболее полной производительностью, самой передовой технологией и самой открытой системой в мире. В дополнение к основным функциям системы SCADA WinCC также имеет множество опций и дополнительного программного обеспечения, которые подходят для различных приложений в различных отраслях.

### **Основные отличия пакета WinCC:**

- Многофункциональный

Универсальное приложение, подходящее для решений во всех областях промышленности; многоязычная поддержка по всему миру; может быть интегрирована во все решения по автоматизации; встроено со всеми функциями эксплуатации и управления для простой и эффективной конфигурации; постоянное расширение через Интернет с использованием открытых стандартов для простоты

интеграции; интегрированная система Historian как платформа для интеграции ИТ и бизнеса; расширяемая с помощью опций и надстроек; часть "Totally Integrated Automation" для решений во всех промышленных и технических областях.

- Примеры доказывают

WinCC объединяет автоматизацию производства и автоматизацию процессов в одно целое, что также было доказано в многочисленных приложениях и примерах применения в различных областях промышленности, включая: автомобильную промышленность, химическую и фармацевтическую промышленность, полиграфию, энергоснабжение и распределение, торговлю и сферу услуг, производство пластмасс и резиновая промышленность, машиностроение и машиностроение, металлообрабатывающая промышленность, пищевая промышленность, производство напитков и табачная промышленность, бумажная и бумажная промышленность, сталелитейная промышленность, транспортная промышленность, водоподготовка и очистка сточных вод.

- Другая роль

WinCC — это компонент человеко-машинного интерфейса в системе управления технологическим процессом SIMATIC PCS 7 и других системах управления Siemens.

WinCC также предоставляет множество опций и надстроек для решений вертикального рынка.

Воспользовавшись «опцией FDA» и приняв соответствующие меры во время проектирования и настройки (это объясняется в официальном документе), SIMATIC WinCC соответствует требованиям FDA 21 CFR, часть 11 для фармацевтической и пищевой промышленности (FDA = United States Food и Администрация по лекарственным средствам). Многочисленные варианты упростят заводскую сертификацию, и эта сертификация дает очень убедительный и исчерпывающий ответ на различные требования этих отраслей промышленности.

Например, для вертикальных рынков, таких как водное хозяйство, было

разработано несколько надстроек WinCC: система дистанционного управления с Sinaut ST7cc, система регистрации и регистрации с PM-Aqua, система оптимизации эксплуатационных расходов с Siwa-Plan, приложение FunkServer - Pro's alarm. система управления и др. высокопроизводительная система архивации на базе MS SQL Server 2000 (скорость - до 10000 тегов в секунду);

Специалистами разрабатываются дополнительные опции для WinCC (расширенное средство для просмотра трендов), переведена на русский язык часть среды исполнения WinCC 5.1 и локализована вся WinCC 6.0. Также проводятся тесты производительности, совместимости и др., результаты которых публикуются в статьях, в журналах и в интернете.

### **2.3 Отличительные особенности SCADA-пакета iFIX/FIX**

При производстве в условиях непрерывного технологического процесса, и в частности, в нормированных отраслях промышленности, необходимо обеспечить надежное качество данных для того, чтобы можно было строго контролировать производственные параметры [5]. ПО Proficy HMI/SCADA – iFIX предоставляет мощные средства визуализации процессов, средства получения данных и диспетчерского управления. Разработанное на основе распределенной по принципу клиент-сервер и открытой архитектуры, оно легко и быстро интегрируется в существующие производственные системы и обеспечивает широкий диапазон дополнительных функций.

#### **Основные отличия пакета iFIX [6]:**

- Мощная распределенная архитектура клиент-сервер.

Она собирает, обрабатывает и распределяет данные в режиме реального времени с непревзойденной гибкостью и масштабируемостью. Архитектура iFIX

позволяет пользователям осваивать несколько клиентов, включая iClient TS - решение, которое использует технологию терминального сервера Microsoft Terminal Server для плавного расширения диапазона возможностей применяемых средств HMI/SCADA.

- Ускоренные циклы разработки и внедрения систем.

Модуль WorkSpace сводит разработку приложений к серии операций "указать и щелкнуть". За счет привлечения мощных, но легких в использовании электронных помощников типа Wizard, модуль iFIX обеспечивает существенное ускорение процесса разработки. Кроме того, ПО Animation Experts компании "Intellution" обеспечивают использование внутренних элементов управления на базе ActiveX сторонних производителей без необходимости программирования на языке VBA.

- Упрощенный порядок интеграции приложений.

Воспользовавшись предоставляемой iFIX запатентованной технологией Secure Containment, можно добиться форсирования технических средств сторонних производителей в среде Proficy HMI/SCADA - iFIX... и сделать это без риска понижения надежности работы систем.

- Расширенные функции обеспечения безопасности и отчетности.

iFIX демонстрирует мощные новые возможности обеспечения безопасности и использования электронных подписей eSignature, предназначенные для управления доступом на "клеточном" уровне, а также для предоставления средства регистрации контрольной информации для сквозной проверки в полном объеме - выигрышной функции для предприятий в нормированных отраслях промышленности или любого другого предприятия, просто желающего ввести дополнительные меры безопасности.

## 2.4 Отличительные особенности SCADA-пакета Factory Link

FACTORY LINK — это передовое программное обеспечение для автоматизации управления, разработанное US DATA. Самым большим преимуществом системы является интегрированная функция системы, которая значительно повышает эффективность разработки программного обеспечения и сокращает цикл разработки программного обеспечения. В то же время программное обеспечение также является кроссплатформенной программной системой, которая поддерживает практически все популярные компьютерные операционные системы. Только для систем UNIX, он одновременно поддерживает системы UNIX различных рабочих станций IBM AS HP SUN, в процессе миграции программного обеспечения не требуется никаких дополнительных изменений, поэтому после создания системы автоматического управления ее можно установить на разные платформы в соответствии с экономическим условиям, даже если это не так. Люди, которые могут использовать системы UNIX, также могут разрабатывать программное обеспечение для систем автоматического управления, применяемое на рабочих станциях.

Что касается системы автоматического управления, программное обеспечение в настоящее время является относительно продвинутым инструментом разработки и используется во многих областях автоматического управления, таких как природный газ, угольная шахта и электроэнергетика в Соединенных Штатах.

### **Основные отличия пакета Factory Link:**

Модульные предложения для всех видов приложений, предоставляя большие возможности для повторного использования без дополнительных инвестиций расширенные возможности резервирования данных OPC, включая тревоги и исторические данные;

Сокращение расходов на разработку благодаря объектноориентированному подходу

Сокращение эксплуатационных расходов благодаря высокой совместимости между версиями

Удобный графический интерфейс для сокращения времени обучения пользователей

Встроенные коммуникационные драйверы для оборудования ведущих производителей, которые проверены и оптимизированы

Открытая система для интеграции будущих программных компонентов

Компания сертифицирована по ISO 9001 и 100% сфокусирована на бизнесе в области SCADA

30-летний опыт в области SCADA

## **2.5 Отличительные особенности SCADA-пакета Master**

### **SCADA**

Master SCADA — это не просто один из современных пакетов программ SCADA и SoftLogic, это совершенно новый инструмент для разработки АСУ ТП, в нем реализован комплекс инструментов и методологий, позволяющих резко снизить трудозатраты и повысить надежность создаваемой системы. система.

Вместе с ранее выпущенными пакетами VNS общее количество внедрений Master SCADA составляет тысячи рабочих мест практически во всех отраслях промышленности России, ближнего и дальнего зарубежья.

#### **Основные отличия пакета Master SCADA:**

- Единая среда разработки АСУ ТП.

Он помогает решать проблемы программного взаимодействия различных

системных устройств, создавать распределенные по устройствам алгоритмы контроля и управления, может получать доступ к любой доступной информации в системе с любого рабочего места.

- Раздельное конфигурирование структуры АСУ ТП и логической структуры объекта.

Это дает возможность параллельно развивать эти структуры и работать независимо для разных типов экспертов.

- Открытость и следование стандартам.

Обеспечивает взаимодействие с другими программами с использованием современных технологий (OPC, OLE, DCOM, ActiveX, OLE DB, ODBC и др.), использование любых типов документов в интерфейсе оператора и обмен данными с ними и связь с автоматизированными системами управления производством.

- Интуитивная легкость освоения.

Включает интерактивные мультимедийные учебные пособия, всплывающие подсказки, элементы управления проверкой ввода, возможность полной отладки проектов без привязки к объектам и многое другое.

- Мощная трехмерная графика и мультимедиа.

Это библиотека объемных элементов со встроенными индикаторами уровня заполнения, импортом изображений в любом графическом формате, режимом симуляции для проверки настроек анимации, встроенными средствами создания анимации и прочим.

- Неограниченная гибкость вычислительных возможностей.

Предусмотрено визуальное создание схем расчета на языке Function Block (FBD), пользователь создает новые блоки или макроблоки, каждый сигнал изначально обрабатывается с автоматическим граничным контролем, а значения всех вычисляемых сигналов указываются автоматически.

- Объектный подход.



Объекты в Master SCADA являются основными узлами разрабатываемой системы и соответствуют реальным техническим объектам (заводам, цехам, оборудованию, насосам, арматуре, датчикам и т.п.), управляемым разрабатываемой системой с использованием Master SCADA.

С другой стороны, с точки зрения программирования, это также традиционный объект с качествами стандарта программного объекта. Объект имеет набор свойств и документов, строго связанных с ним. Например, свойствами объекта являются циклы опроса и методы обработки сигналов от его датчиков. Документация объекта - его изображение, описание, чертеж, список сообщений и т.д. В Master SCADA нет простой схемы трендов, отчетов или мнемосхем: каждый документ в системе разработки всегда ссылается на какой-либо объект как на свое свойство.

## **2.6 Отличительные особенности SCADA-пакета Genesis32**

Genesis 32 (GENESIS32) — это новое поколение программного обеспечения для мониторинга конфигурации, разработанное ICONICS в США. Компания ICONICS была основана в 1986 году, и вот уже более 20 лет она занимает лидирующие позиции в мире по разработке программного обеспечения для мониторинга конфигурации на базе операционных систем Microsoft Windows 95, 98, NT4.0, Win2000, WinXP и VISTA. Genesis 32 (GENESIS32) версии V9 или выше может работать на VISTA. Разработка продукта основана на OPC в качестве ядра (OPC-To-The-Core). В настоящее время OPC был разработан до версии 3.0. Genesis 32 (GENESIS32) на 100% совместим и поддерживает серверы OPC. ICONICS в настоящее время имеет много зарубежных компаний, включая Великобританию, Германию, Италию, Чехию, Австралию и Китай. На сегодняшний день во всем мире широко используется более 230 000 комплектов программного обеспечения.

В состав пакета GENESIS32 Automation Suite входят перечисленные далее

компоненты : ProjectWorX32 , GraphWorX32 , TrendWorX32 , TrendWorX32Reports , AlarmWorX32, Alarm Indicator, DatabaseConnector, ScriptWorX32, TraceWorX32, Data Mining, VCRWorX32 , Unified Data Manager , ScriptWorX-2006/2010 , SNMP Connector , GenBroker Communication, Security Server, Language Server, MonitorWorX, AppSetupUtility.

### **Основные отличия пакета Genesis32:**

- Распределенный клиент/сервер с резервированием

Основываясь на COM/DCOM, TCP/IP, SOAP/XML и т. д., функции Genesis 32 GenBroker могут напрямую проходить через брандмауэр, не открывая никаких портов в брандмауэре. Эта передовая сетевая технология может обеспечить действительно распределенные и масштабируемые возможности приложений.

- На основе открытых стандартов

Genesis 32 (GENESIS32) является первым программным обеспечением для автоматизации, использующим 100% стандарт OPC в своем дизайне, который является ядром базовой структуры.

- более высокая производительность

Действительно быстрая 32-битная многопоточная графика, тренды, сигналы тревоги — все это показывает эффективную работу GENESIS32.

- Высокая надежность и простота расширения

Genesis 32 (GENESIS32) разработан на основе многих стандартов, а бесшовное соединение с технологиями OPC, VBA, VB, Java, COM/DCOM, ActiveX и ADO/OLEDB обеспечивает высокую надежность и простоту масштабирования. Кроме того, в V9 и более поздних версиях поддерживаются резервированные OPC DA, OPC DE и OPC HDA.

- Настольный браузер проектов

Браузер проекта ICONICS (графический пользовательский интерфейс, аналогичный браузеру Microsoft) упрощает настройку вашего приложения и делает его более интуитивно понятным.

- мультимедийная сигнализация

Независимо от того, где вы находитесь, получайте уведомления о статусе аварийной сигнализации через пейджер, телефон, электронную почту, Skype и голос.

## **2.7 Отличительные особенности SCADA-пакета Trace Mode**

### **6.0**

В рамках версии 5.0 были реализованы следующие прогрессивные и оригинальные технологии:

1. разработка АСУТП как единого комплекса;
2. сквозное программирование всех уровней системы управления;
3. автопостроение.

В новой версии их существенно расширили и дополнили. Однако система не стала очень сложной и громоздкой. ТРЕЙС МОУД максимально облегчает труд проектировщика, переводит разработку на язык близкий технологом и автоматчикам, не загружая разработчиков дополнительными понятиями и терминами.

В новой версии сохранены все базовые понятия ТМ 5. Останутся и каналы, и графические элементы и узлы, и шаблоны, и другие. При этом конечно наращивается функциональность исполнительных модулей, перечень типов данных и операций, которые можно с ними выполнять. Одной из основных задач при проектировании новой версии было так организовать проектирование, чтобы разработчики как можно реже спускались на уровень низовых элементов ТРЕЙС МОУД, а больше оперировали привычными понятиями: аппараты, насосы, задвижки, графические экраны и пр.

В связи с тем, что практически все технологии и базовые понятия

переносятся из ТРЕЙС МОУД 5 в новую версию, старые проекты будут на 100% переноситься в ТРЕЙС МОУД 6. Совместимость проектов – это один из самых главных принципов, которого придерживались при проектировании. При этом совместимость предусматривается не только на уровне загрузки проекта, но так же и на уровне обмена данными с МРВ и Микро МРВ предыдущей версии, чтобы обеспечить возможность развития уже работающих проектов без переноса их в ТРЕЙС МОУД 6.

Как и предыдущая версия ТРЕЙС МОУД 6 включает в себя инструментальную и исполнительную системы.

### **Основные особенности новой версии [10]:**

#### **1. Многопользовательская система**

В рамках архитектуры Trace Mode 6.0 реализуются следующие возможности по разработке АСУТП:

- многопользовательский режим с контролем одновременного доступа на редактирование группы разработчиков;
- возможность одновременной работы над несколькими проектами;
- возможность одновременной работы над проектом специалистов разного профиля и разной квалификации;
- возможность удаленной разработки и редактирования проекта через Интернет.

#### **2. Мультиплатформенность**

- Основной ОС для рабочих мест остается WINDOWS;
- Для серверов может использоваться UNIX (LINUX);
- В контроллерах используются DOS, Windows CE, Linux, QNX;
- В локальных операторских панелях используются Windows CE, Linux.

#### **3. Слои системы управления**

Разработка проекта ТРЕЙС МОУД 6 ведется в трех слоях:

- технологическом (здесь описывается технологическая структура объекта

управления в виде иерархического дерева: подразделения, участки, аппараты, датчики, исполнительные механизмы);

- аппаратном (в этом слое описывается аппаратура системы управления: компьютеры, контроллеры, операторские панели, модули УСО, аппаратура и линии связи);
- программном (в этом слое описываются узлы проекта в терминах исполнительных модулей).

#### **4. Подсистемы**

АСУ может включать в себя кроме управления технологическим объектом еще ряд задач. Их решением занимаются разные люди. Поэтому в рамках проекта вводится понятие подсистемы:

- Технологическая система;
- Система защит и блокировок;
- Пожарная система;
- Охранная система;
- Система экологического мониторинга;
- Системы коммерческого учета.

#### **5. Уровни**

В рамках описания аппаратного слоя можно выделить следующий перечень уровней:

- локального управления;
- уровень оперативного управления;
- административный уровень.

#### **6. Многозадачность**

ТРЕЙС МОУД 6 является интегрированной платформой для разработки систем управления, решающей следующие задачи:

- SCADA – обмен данными с контроллерами и УСО, создание человеко-машинного интерфейса, супервизорное управление;
- SoftLogic – программирование задач обмена с платами УСО и непосредственно цифрового управления в PLC;
- RTU – создание распределенных телемеханических управляющих комплексов;
- Data storage – архивирование технологической информации;
- Генерация отчетов;
- ЕАМ – решение задач управления основными фондами и обслуживающим персоналом;
- Имитационное моделирование – технологическому элементу кроме алгоритмов управления ставится в соответствие программа, моделирующую его поведение;
- Управление по моделям – при наличии базы моделей, можно будет использовать специальный исполнительный модуль, прогнозирующий реакцию объекта на предполагаемое управляющее воздействие.

## **7. Огромный список поддерживаемых контроллеров и других аппаратных средств:**

ОЕМ КРУИЗ/ МФК/ МФК52/ ТКМ52/ Теконит/ WinCon/ Adam5510/ /Lagoon7000/  
 I8000 Adam4500 Adem9000 MIC2000 PCL ICP\_ADLINK Lomicont  
 P130TM OCT-6012/6020/6040/6050 MicroPC FastWel Festo Trei

## **3 SCADA-ПАКЕТ TRACE MODE 6.0**

### **3.1 Состав системы Trace Mode 6.0**

TRACE MODE 6 — программный комплекс, разработанный для разработки и запуска распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в режиме реального времени и решения многих задач управления бизнесом (АСУ ТП). Программный комплекс Т-

FACTORY интегрирован в TRACE MODE 6 для решения различных сложных задач системы автоматического управления.

Комплекс программ TRACE MODE 6 можно разделить на 3 части:

**1. Интегрированная среда разработки проекта (ИС)** – Единая программная оболочка, содержащая все инструменты, необходимые для разработки проекта. Элемент TRACE MODE 6 относится к полному набору данных и алгоритмов, заданных инструментом TRACE MODE для работы распределенных систем автоматического управления (АСУ ТП и/или T-FACTORY).

ИС включает **полный набор** средств разработки систем автоматизации технологических процессов (АСУТП), а именно средства создания:

- операторского интерфейса (SCADA/HMI);
- распределенных систем управления (PCU);
- промышленной базы данных реального времени;
- программ для промышленных контроллеров (SOFTLOGIC);

а также управления **бизнес-процессами** производства (АСУП):

- систем управления основными фондами и техническим обслуживанием оборудования (EAM);
- систем управления персоналом (HRM);
- систем управления производством (MES).

Результатом разработки проекта в ИС является создание файлов, содержащих необходимую информацию об алгоритме СКУД. Затем эти файлы размещаются на оборудовании (ПК и контроллере) и выполняются под управлением исполнительного модуля ТМ.

**2. Исполнительные модули (мониторы, МРВ)** – Программный модуль различного назначения, под управлением которого компоненты проекта выполняются в режиме реального времени, размещенный на отдельном компьютере или контроллере.

Компоненты проекта, которые находятся на отдельном компьютере или контроллере и выполняются под управлением одного или нескольких исполнительных модулей TRACE MODE, называются узлами проекта.

Обычно нет необходимости размещать узел на том же оборудовании, которое вы хотите запустить под монитором — монитор может запускать узел с удаленного оборудования.

**3. Драйверы обмена** – Драйвер монитора TRACE MODE для взаимодействия с устройствами, не имеющими встроенного в монитор протокола коммутатора.

## **3.2 Функции, выполняемые системой Trace Mode 6.0**

**Данная система выполняет следующие функции:**

### **1. Визуализация ТП в виде:**

- Динамического текста.
- Гистограммы.
- Тренда.
- Active-х компонентов.
- Цветовых индикаторов.
- Графических индикаторов.
- T-Factory(диаграмма Ганта)

### **2. Документирование информации о ходе ТП:**

- Создание документа по шаблону.
- Генерация документа по команде MPB.
- Вывод документа на принтер.
- Публикация документа на WEB сервере.
- Генерация документа по команде оператора.



- Генерация документа по времени.
- 3. Архивирование информации о ходе ТП:**
- Отчет тревог узла.
  - Индивидуальные архивы в память.
  - Промышленный СУБД реального времени SIAD/SQL.

### **3.3 Работа в интегрированной среде разработки проекта системы Trace Mode 6.0**

Интегрированная среда (ИС) объединяет в единой оболочке **навигатор** и **набор редакторов** для создания всех составляющих проекта. ИС имеет многооконный интерфейс (см. рисунок 3) [11].

В интегрированной среде поддерживаются стандартные операции изменения размеров и перемещения окон.

### **3.4 Оболочка ИС системы Trace Mode 6.0**

Оболочка ИС имеет главное меню, включающее:

- 1. Меню Файл.**
- 2. Меню Вид.**
- 3. Меню Окна.**
- 4. Меню Справка.**
- 5. Панель инструментов.**

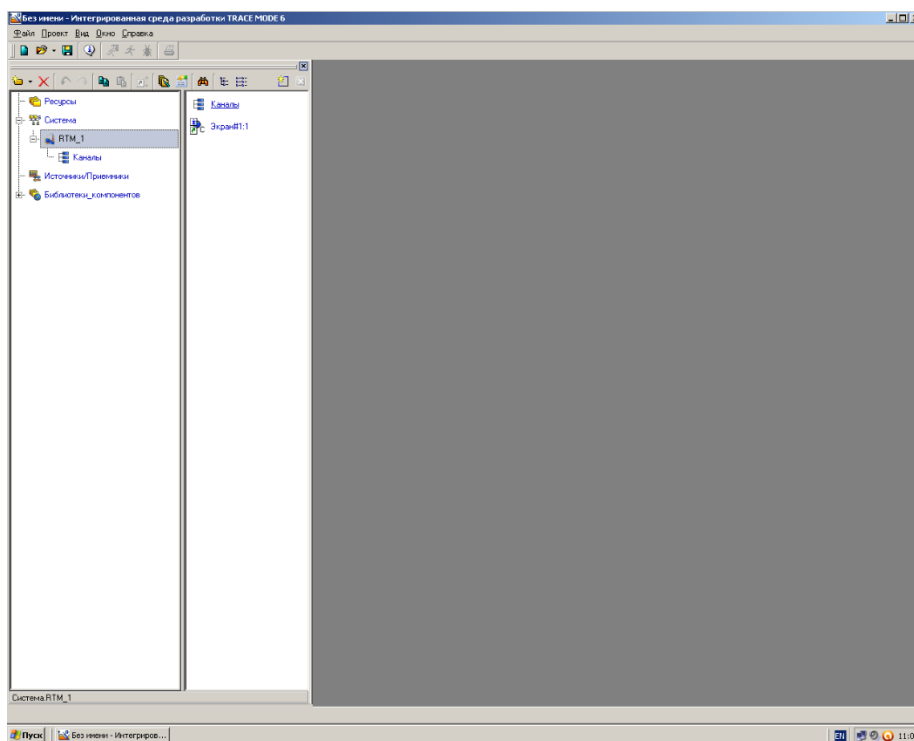







Рисунок 3 - Интегрированная среда разработки проекта

Встроенные в ИС редакторы имеют собственные меню и панели инструментов, и при открытии этих редакторов они частично или полностью добавляются к имеющимся в ИС. Список команд меню ИС также можно изменить, когда редактор открыт.

Меню и панель инструментов оболочки ИС доступны во всех случаях.

**Меню Файл** и **главная панель инструментов ИС** включают следующие команды:

-  **Новый** – создать новый проект.
-  **Открыть.**
-  **Импорт** – по этой команде открывается проект, разработанный в TRACE MODE 5.
-  **Сохранить/Сохранить как.**
-  **Информация о проекте.**



**Сохранить для MPB.**



**Отладка.**



**Шпион** – получить в ИС реальные данные с работающих узлов.



**Печать.**

### **Параметры.**

**Последние файлы** – показать список последних файлов, открытых в ИС. Выбранный в списке файл загружается в ИС.

**Выход** – выйти из интегрированной среды.

Команды **меню Вид** управляют видимостью панели инструментов ИС, навигатора проекта и строки статуса, отображаемой в нижней части окна ИС. В строку статуса выводится информация о командах меню ИС. Меню Вид включает команду «**Закреть все**» – по этой команде закрываются все окна ИС, кроме навигатора проекта. В данное меню, кроме того, выводится список открытых окон ИС с указанием окна, активного в текущий момент.

**Меню Помощь** предназначено для получения информации по системе. Это меню содержит следующие команды: **Содержание, Индекс, О программе.**

## **3.5 Навигатор проекта системы Trace Mode 6.0**

Навигатор имеет следующие средства для редактирования структуры проекта:

- 1. Меню Проект.**
- 2. Панели инструментов.**
- 3. Контекстное меню.**

Кроме того, в навигаторе поддерживается метод перетаскивания объектов мышью (метод drag-and-drop) [11]. Для конфигурации/разработки объектов

структуры в навигаторе предусмотрены команды **Свойства** и **Редактировать**, с помощью которых для каждого объекта структурного дерева могут быть открыты соответствующие **окно свойств и редактор**.

Меню **Проект**, главная панель инструментов и контекстное меню навигатора проекта содержат набор команд, который соответствует выделенному объекту структурного дерева. Для выделения объекта нужно нажать на нем ЛК. Групповое выделение объектов в навигаторе не поддерживается.

Меню **Проект**, главная панель инструментов и контекстное меню навигатора содержат как типовые команды для создания компонентов (групп компонентов), работы с буфером обмена и поиска, так и специфические:



- Создать компонент проекта.



- Удалить компонент проекта.



- Вставка (Вставить, Вставить с привязкой).



- Перейти по ссылке вниз/вверх.



- Резервирование.



- Редактировать.

Переименовать.



- Редактировать шаблон.



- Свойства.



- Сохранить узел для МРВ.



- Загрузить дамп узла.




- Загрузить в контроллер.



- Информация о проекте.



- Импорт из БД.

 - Экспорт в БД.

В навигаторе структура проекта изображена в виде дерева (рисунок 4):

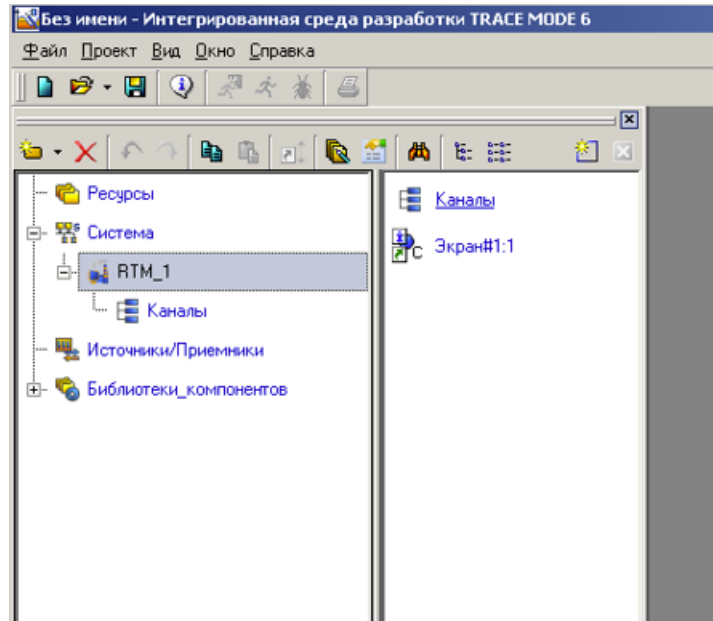


Рисунок 4 - Навигатор проекта

Корневые группы этого дерева (**слои**) predetermined and are created automatically when creating a new project (layers are displayed in the left window of the navigator).

Слой структуры проекта:

1. **Ресурсы** – для создания пользовательских наборов текстов, изображений и видеоклипов, а также графических объектов.
2. **Шаблоны программ.**
3. **Шаблоны экранов.**
4. **Шаблоны связей с БД.**
5. **Шаблоны документов.**
6. **База каналов** – этот слой является хранилищем всех каналов проекта.
7. **Система** – для конфигурирования узлов и их.
8. **Источники/приемники** – для создания описаний источников/приемников в

различных устройствах и программных приложениях, обмен с которыми поддерживается мониторами, а также для конфигурирования системных переменных TRACE MODE 6.

9. **Технология** – для разработки проекта от технологии.
10. **Топология** – для разработки проекта от топологии (т.е. с группировкой компонентов по месту расположения).
11. **КИПиА** – для описания электрических соединений АСУ.
12. **Библиотеки компонентов** – для создания библиотек **объектов** – проектных решений отдельных задач. Этот слой содержит predetermined группы **Системные** и **Пользовательские**. В группе **Системные** содержатся библиотеки, подключенные к ИС по умолчанию.

Элементарные структурные составляющие (листья структурного дерева) называются **компонентами** проекта [12]. Например, компонентами проекта являются: канал; канал, вызывающий шаблон; шаблон; источник данных и т.д.

В правом окне навигатора отображается содержимое слоя (группы), выделенной в левом окне, – таким образом, компоненты проекта могут быть отображены только в правом окне.

Каждому объекту структурного дерева при его создании присваивается по определенному алгоритму уникальный **идентификатор (ID)**, отображаемый во всплывающей. По этим идентификаторам объекты структуры анализируются мониторами TRACE MODE.

### 3.6 Набор редакторов системы Trace Mode 6.0

Набор редакторов структуры объектов включает в себя [13]:

1. **Редакторы компонентов** (редакторы каналов, шаблонов программ, шаблонов экранов, шаблонов документов, связей с базами данных, библиотек текстов, библиотек изображений, библиотек видеоклипов, параметров COM-порта,

словарей сообщений и клемм).

Графическое представление хода выполнения техпроцесса, а также управление техпроцессом с помощью графических средств являются одними из главных задач, решаемых ТРЕЙС МОУД 6.

Для разработки интерфейса оператора в интегрированную среду встроен редактор шаблонов экранов - редактор представления данных (РПД), вид которого показан на рисунке 5.

Интерфейс оператора разрабатывается в виде набора **графических экранов**, являющихся компонентами проекта. С целью взаимодействия с другими компонентами проекта для графического экрана могут быть заданы аргументы.

Совокупность графических экранов узла образует его **графическую базу**. Совокупность графических баз всех узлов разрабатываемого проекта АСУТП образует **графическую часть** проекта. Графический экран может содержать один или несколько графических **слоев**, каждый из которых, в свою очередь, может содержать один или несколько **подслоев**.

В графических слоях размещаются **графические элементы (ГЭ)**. Графические элементы имеют наборы настраиваемых **атрибутов, динамических свойств и функций управления**.

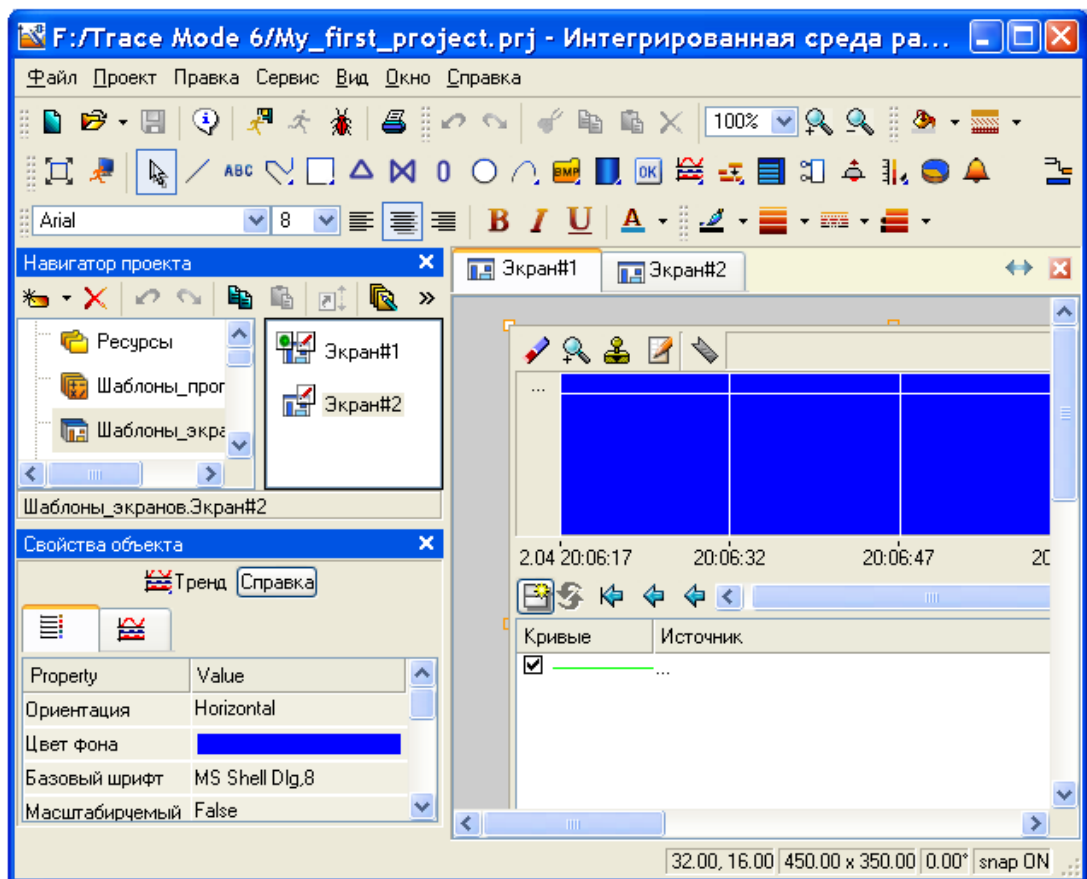


Рисунок 5 – Редактор шаблонов экранов

Панели редактора представления включают в себя:

- **Панель инструментов «Графические элементы».**



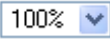


Панель содержит следующие группы ГЭ: линии, текст, ломаные и кривые, прямоугольники, плоские фигуры, ресурсы, объемные фигуры, кнопки, выключатели, графики, объекты, таблицы, ActiveX, свободные формы, приборы, диаграммы, дата и время, отчет тревог и T-FACTORY.

- **Меню и панель инструментов «Правка».**





Содержат ряд типовых инструментов для редактирования графических экранов. Данные инструменты доступны также из контекстного меню ГЭ.

В списке  (**Масштаб**), а так же при помощи кнопок  и  панели инструментов **Правка** выбирается масштаб отображения.

- **Меню 'Сервис' и панель инструментов «Топология экрана».**



Данные панель инструментов и меню содержат команды для позиционирования и тиражирования выделенного графического элемента.

Меню **Сервис** содержит дополнительно команду Параметры экрана.

- **Панель инструментов «Параметры текста».**



В режиме редактирования с помощью типовых инструментов данной панели задаются параметры текста в выделенном графическом элементе. Данные команды применимы только к такому тексту, который может быть введен/отредактирован с помощью клавиатуры.

Вид ГЭ при его размещении в графическом слое зависит от параметров, установленных с помощью инструментов этой панели.

- **Панель инструментов «Параметры линии».**



В режиме редактирования с помощью инструментов этой панели задаются параметры линии (линии контура) выделенного графического элемента (выделенной группы ГЭ):



- выбор цвета линии.



- выбор толщины линии.

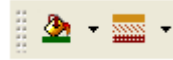


- выбор стиля линии.



- выбор края линии (плоский, квадратный, круглый).

- **Панель инструментов «Параметры заливки».**



В режиме редактирования с помощью инструментов этой панели задаются параметры заливки выделенного графического элемента (выделенной группы ГЭ):

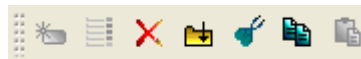


- выбор цвета заливки.



- выбор стиля заливки.

- **Панель инструментов «Ресурсы библиотеки».**



Инструменты данной панели предназначены для операций с библиотеками строк, рисунков и других ресурсов, которые могут быть использованы при разработке графических экранов.

- **Меню «Вид».**

Команды этого меню управляют видимостью табличного редактора аргументов экрана, окна Слои и таблицы графических элементов, а также панелей инструментов Топология экрана и Параметры текста.

**2. Редакторы источников/приемников** (редакторы источников (приемников), системных переменных TRACE MODE, аппаратных тегов, переменной OPC, переменной DDE, параметров функций MODBUS и переменной TYPE11).

Для примера рассмотрим Редактор переменной OPC. Переменная OPC используется в том случае, если монитор выступает в роли OPC-клиента. Вид редактора переменной OPC показан на рисунке 6.

Список **Режим** включает обозначения режимов обмена с OPC-сервером:

- SYNC/CACHE – синхронное чтение из кэша;
- SYNC/DEVICE – синхронное чтение из прибора;
- ASYNC/DEVICE – асинхронное чтение из приборов;
- ADVISE – получение данных от сервера «по подписке».

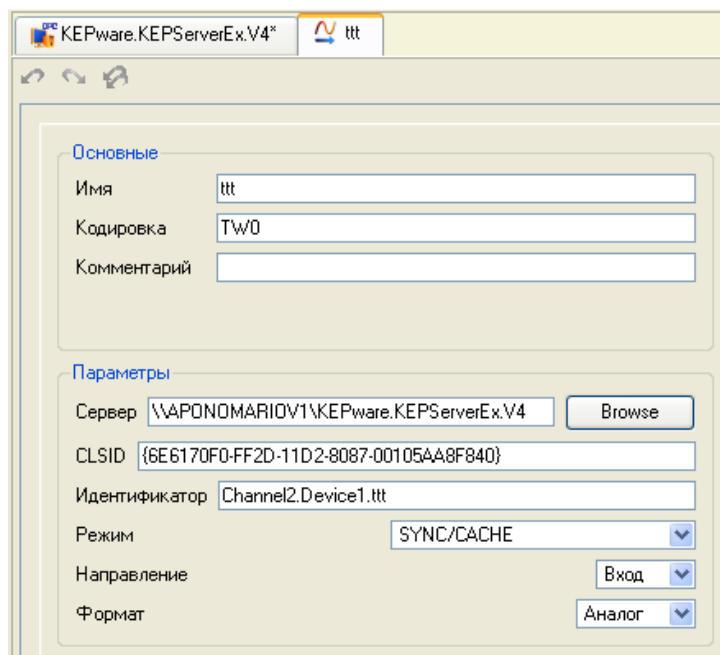


Рисунок 6 – Редактор переменной OPC

При нажатии ЛК на кнопке **Обзор** на экране появляется диалог выбора OPC-сервера и его каналов для привязки (рисунок 7).

Метод поиска OPC-серверов задается в настройках ИС.

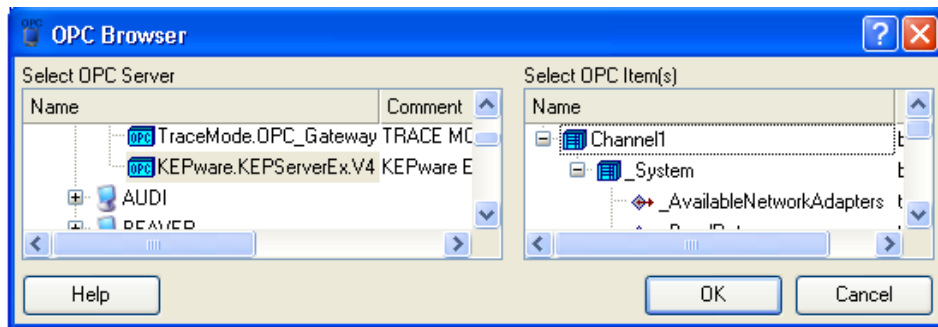


Рисунок 7 – Браузер OPC

**3. Редакторы групп компонентов** (редакторы группы шаблонов экранов, группы компонентов, группы 'OPC-сервер', группы каналов слоев 'Технология' и 'Топология').

В качестве примера рассмотрим редактор группы шаблонов экрана. Вид этого редактора показан на рисунке 8.

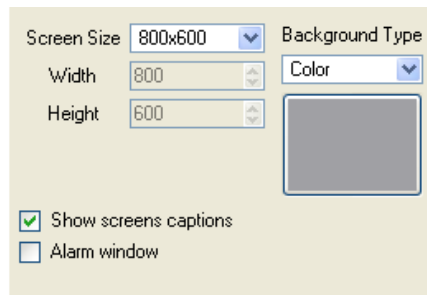


Рисунок 8 – Редактор группы шаблонов экрана

В этом редакторе для группы шаблонов экранов может быть задана часть параметров, которые определены для шаблона экрана.

#### 4. Редактор параметров узла

Редактор узла содержит вкладки и панель инструментов (рисунок 9).

- **Панель инструментов редактора узла**



Эта панель, помимо стандартных инструментов отмены и возврата последнего действия, содержит инструмент возврата к значениям параметров, сохраненных в файле prj.

- **Вкладки:**
  - ✓ «Основные».
  - ✓ «Архивы».
  - ✓ «Отчет тревог/Дамп/Параметры».
  - ✓ «Таймауты».
  - ✓ «Дополнительно».

Рисунок 9 – Редактор параметров узла

## 4 ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ SCADA-СИСТЕМ

### 4.1 Назначение, состав и структурная схема лабораторного комплекса

В рассматриваемую в данной работе систему управления гидравлическим объектом входят:

- гидравлический объект;
- стенд с контроллером;
- персональный компьютер - операторская станция.

Структурная схема лабораторного комплекса представлена на рисунке 10.

Гидравлический стенд состоит из трёх ёмкостей E1, E2, E3, датчиков и средств воздействия на технологический процесс.

Резервуар E1- является напорным резервуаром. Вода в него первоначально заливается через верхнюю горловину и при последующих операциях закачивается насосом, расположенным в баке E3. Также в баке E1 имеется переливная труба и выпускной штуцер, к которому подключается исполнительный механизм (ИМ) или пневматическое односедельное устройство с мембранным регулятором. ИМ в ручном режиме управляется выносным пультом управления, а в автоматическом режиме управляющее воздействие исходит от контроллера.

Двигатель исполнительного механизма вращает мембранный вентиль посредством червячной передачи. Мембранный вентиль исполняет роль регулирующего органа. Исполнительный механизм оснащён концевыми выключателями, которые обеспечивают выключение электродвигателя при достижении крайних положений вентиля. Также на валу ИМ расположен указатель положения реостатного типа.

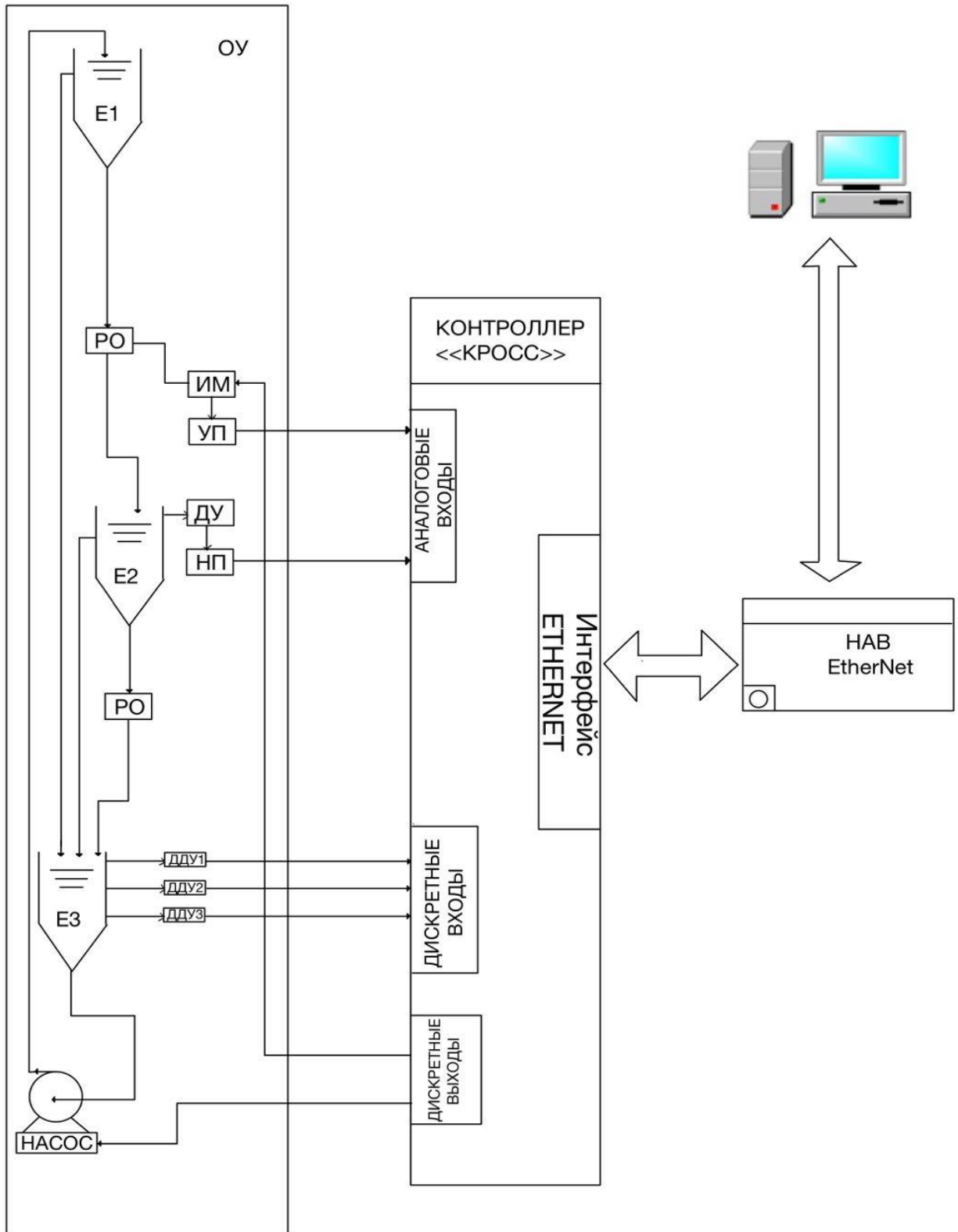


Рисунок 10 - Структурная схема лабораторного комплекса

В баке E2 установлен аналоговый датчик уровня. Когда зазор между электродами, питаемыми от внешнего источника питания, заполняется водой, ток изменяется. Нормирующий преобразователь преобразует это напряжение в унифицированный сигнал в виде тока от 0 до 20 мА, который поступает на аналоговый вход контроллера.

Бак E2 соединен с баком E3 мембранным клапаном, который возмущает систему, меняя слив с E2 на E3.

Резервуар E3 оснащен тремя дискретными датчиками уровня на разных уровнях и насосом, которым также можно управлять с помощью панели управления или контроллера.

Функции управления и регулирования в системе выполняет промышленный микропроцессорный контроллер «КРОСС».

В качестве операторской станции в системе используется персональный компьютер с установленной SCADA системой ТРЕЙС МОУД 6.0. и системой программирования ISaGRAF.

Объектом управления является гидравлический объект, структурная схема которого представлена на рисунке 11.

## **4.2 Алгоритмическое и программное обеспечение лабораторного комплекса**

Программное обеспечение лабораторного комплекса «Система автоматического регулирования уровня на базе контроллера КРОСС» состоит из:

- программного обеспечения нижнего уровня;
- программного обеспечения верхнего уровня.

**Программное обеспечение верхнего уровня** отвечает за обмен информацией между контроллером и операторской станцией, предоставление



единого адресного пространства среди всех приложений, оперативное управление и архивирование, также содержит средства разработки графических мнемосхем технологических процессов. Программное обеспечение верхнего уровня представлено SCADA пакетом «ТРЕЙС МОУД 6» и OPC сервером.

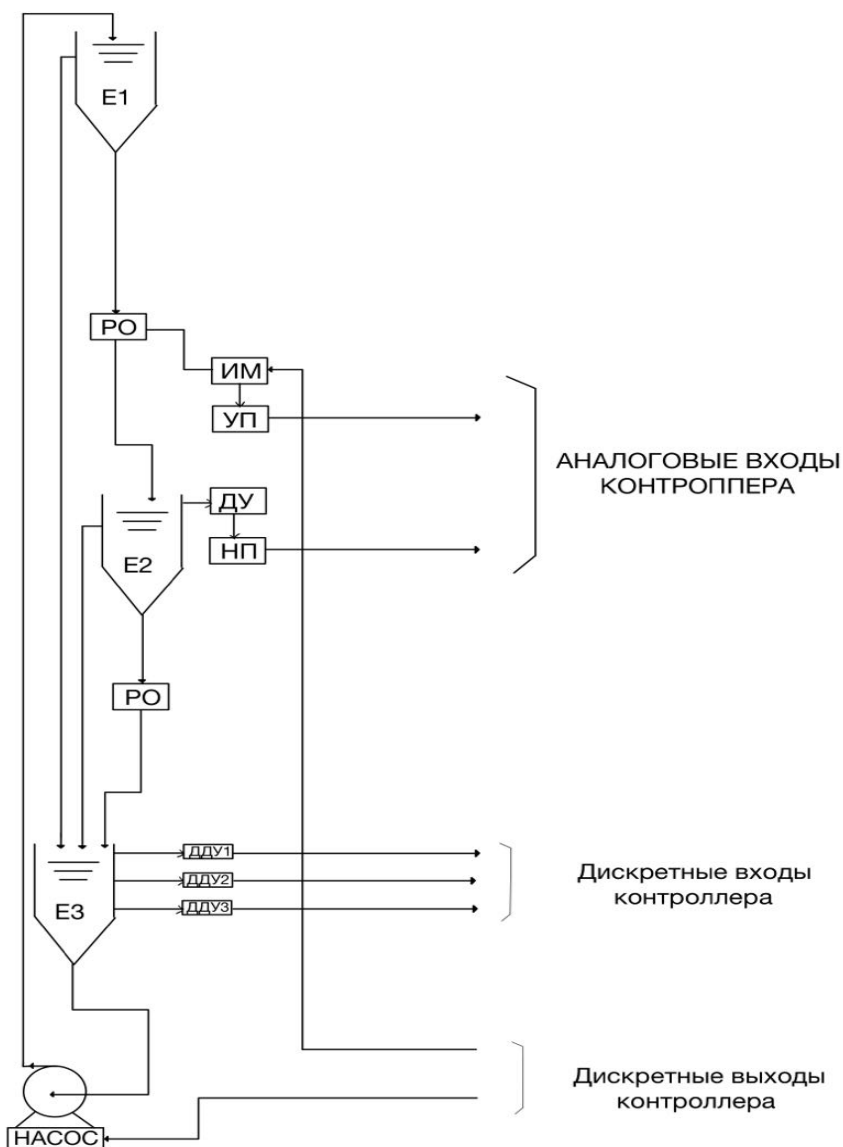


Рисунок 11 - Структурная схема объекта управления

**Программное обеспечение нижнего уровня** решает задачи программирования контроллера, загрузки и ввода в эксплуатацию управляющей программы контроллера.

Это программное обеспечение представлено операционной системой OS-9, системой программирования ISaGRAF, сервисной программой конфигуратор, программой управления ГО.

Программа управления гидравлическим объектом написанная на языке функциональных блоков в среде программирования ISaGRAF, представлена на рисунке 12.

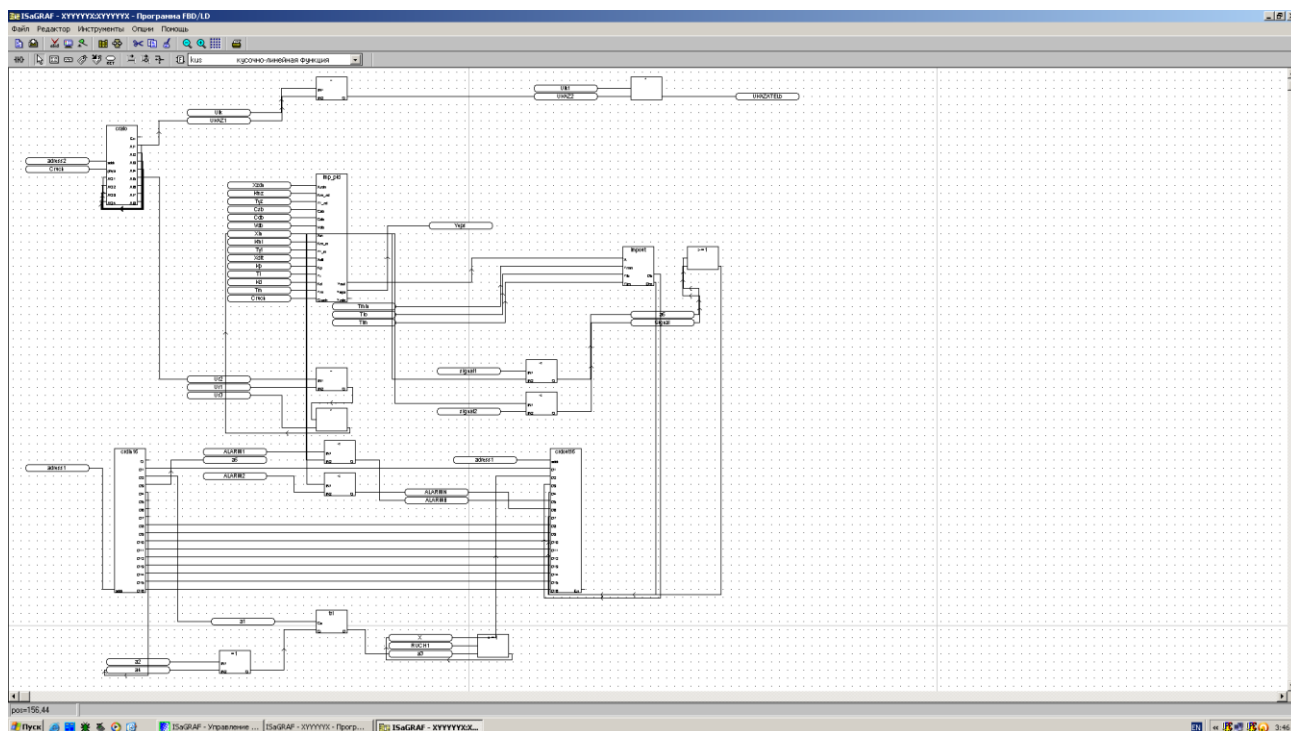


Рисунок 12 - Программа управления гидравлическим объектом

**Переменные программы** управления гидравлическим объектом представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Переменные программы

Имя	Тип	Атрибуты	Формат	Начальное
-----	-----	----------	--------	-----------

переменной	данных			значение
Xzdn	Целые- действительные	Внутренняя	Вещественная	0
Vdb		Константа	Вещественная	0
Xin		Внутренняя	Вещественная	0
Xdlt		Константа	Вещественная	0,001
Kp		Внутренняя	Вещественная	1
Ti		Внутренняя	Вещественная	15
Kd		Внутренняя	Вещественная	0,1
Tm		Константа	Вещественная	20
Kmz		Константа	Вещественная	0
Kmi		Константа	Вещественная	1
Yeps		Внутренняя	Вещественная	0
Tyi		Внутренняя	Вещественная	0
adress1		Константа	Целая	40
adress2		Константа	Целая	30
Tio		Внутренняя	Вещественная	0,1
Tyz		Внутренняя	Вещественная	-0,1
Tim		Внутренняя	Вещественная	0
Tmin		Константа	Вещественная	0
Ukazatelb		Внутренняя	Вещественная	0
Vout		Внутренняя	Целая	0
1		Внутренняя	Вещественная	0
Alarm2		Внутренняя	Вещественная	0
Signal1		Внутренняя	Вещественная	0
Signal2		Внутренняя	Вещественная	0
Ur1		Константа	Вещественная	8.6
Ur2		Внутренняя	Вещественная	0

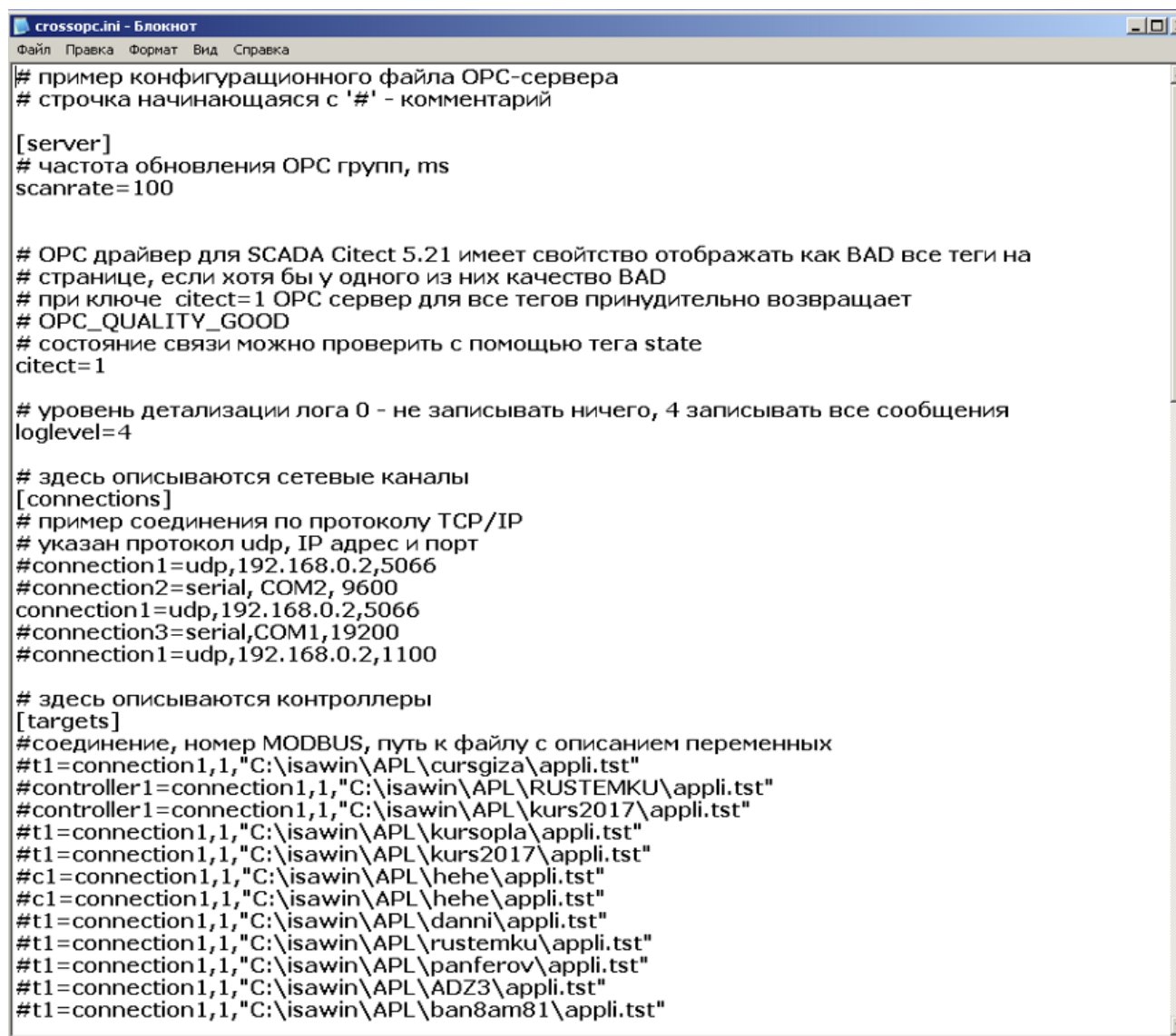
Ur3		Константа	Вещественная	0
Uik1		Константа	Вещественная	9
Ukaz1		Внутренняя	Вещественная	0
Ukaz2		Внутренняя	Вещественная	0
Uik		Константа	Вещественная	1.5
A1	Булевские	Внутренняя	Вещественная	TRUE
A2		Внутренняя	Вещественная	FALSE
A3		Внутренняя	Вещественная	TRUE
A4		Внутренняя	Вещественная	
A5		Внутренняя	Вещественная	
A6		Внутренняя	Вещественная	
Cruch		Константа	Вещественная	
Csb		Константа	Вещественная	
Cdb		Константа	Вещественная	
PUSK		Внутренняя	Вещественная	FALSE
ALARMB		Внутренняя	Вещественная	
ALARMN		Внутренняя	Вещественная	
X		Внутренняя	Вещественная	
Signal		Внутренняя	Вещественная	

### 4.3 OPC-сервер контроллера КРОСС

Для связи между каналами и переменными приложение ISAGRAF использует OPC-сервер контроллера CROSS [14]. Сервер CrossOPC (далее — сервер OPC) предназначен для соединения и обмена данными между приложением ISaGRAF контроллера CROSS и SCADA-системой. Сервер OPC работает под

управлением Windows и предоставляет данные клиентам OPC через интерфейсы, определенные спецификацией OPC Data Access 2.0.

С ISAGRAF-приложениями OPC-сервер соединяется по последовательному порту или по протоколу TCP/IP. **Формат файла crossopc.ini** (рисунок 13). Это текстовый файл в стиле стандартных ini-файлов windows, расположенный по адресу *Program files/ OPC Server/ CROSSOPC*. Каждая строка содержит либо комментарий, начинающийся с символа "точка с запятой", либо заголовок секции, либо набор параметров секции. Имена параметров к регистру нечувствительны.



```
crossopc.ini - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

# пример конфигурационного файла OPC-сервера
# строка начинающаяся с '#' - комментарий

[server]
# частота обновления OPC групп, ms
scanrate=100

# OPC драйвер для SCADA Citect 5.21 имеет свойство отображать как BAD все теги на
# странице, если хотя бы у одного из них качество BAD
# при ключе citect=1 OPC сервер для все тегов принудительно возвращает
# OPC_QUALITY_GOOD
# состояние связи можно проверить с помощью тега state
citect=1

# уровень детализации лога 0 - не записывать ничего, 4 записывать все сообщения
loglevel=4

# здесь описываются сетевые каналы
[connections]
# пример соединения по протоколу TCP/IP
# указан протокол udp, IP адрес и порт
#connection1=udp,192.168.0.2,5066
#connection2=serial,COM2,9600
connection1=udp,192.168.0.2,5066
#connection3=serial,COM1,19200
#connection1=udp,192.168.0.2,1100

# здесь описываются контроллеры
[targets]
#соединение, номер MODBUS, путь к файлу с описанием переменных
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\cursgiza\appli.tst"
#controller1=connection1,1,"C:\isawin\APL\RUSTEMKU\appli.tst"
#controller1=connection1,1,"C:\isawin\APL\kurs2017\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\kursopla\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\kurs2017\appli.tst"
#c1=connection1,1,"C:\isawin\APL\hehe\appli.tst"
#c1=connection1,1,"C:\isawin\APL\hehe\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\danni\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\rustemku\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\panferov\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\ADZ3\appli.tst"
#t1=connection1,1,"C:\isawin\APL\ban8am81\appli.tst"
```

Рисунок 13 - Блокнот CROSSOPC

- Секция **[SERVER]** может содержать следующие параметры:

**LOGFILE** = "*<file >*" Указывает имя файла для записи протокола работы сервера. Имя файла необходимо указывать в кавычках.

**LOGLEVEL** = *<level>* Число от 0 до 3, показывающее, какие сообщения будут выводиться в лог. Параметр 0 – означает не выводить сообщения совсем, 1 – только ошибки, 2 – ошибки предупреждения, 3 – все сообщения, в том числе и отладочные

**SCANRATE** = *<rate>* Целое число, показывающее период опроса контроллера в миллисекундах.

**CITECT**=*<0|1>* Если используется SCADA - система Citect, то этот параметр необходимо установить в 1. Этот ключ заставляет OPC –сервер принудительно устанавливать для данных передаваемых в Citect OPC\_QUALITY\_GOOD, потому что OPC-драйвер Citect работает некорректно: при поступлении хотя бы одного элемента с OPC\_QUALITY\_BAD остальные элементы тоже рассматриваются как невалидные.

- Секция **[CONNECTIONS]** содержит определения логических подключений. Формат:

*<connection\_name>=SERIAL,<port >,<speed>* для подключения через последовательный порт

*<connection\_name>=TCP|UDP,<ip\_address >,<ip\_port >* для подключения через TCP/IP

Параметры секции представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры секции [CONNECTIONS].

<i>&lt; connection_name &gt;</i>	имя подключения
<i>&lt;port &gt;</i>	имя последовательного порта, например com4
<i>&lt;speed &gt;</i>	скорость порта в бодах
<i>&lt;ip_address &gt;</i>	ip – адрес контроллера или dns имя

<i>&lt;ip_port&gt;</i>	ip – порт ( по умолчанию 5066)
------------------------	--------------------------------

- Секция **[TARGETS]** содержит определения задач (targets). Под задачей подразумевается исполнительная система ISaGRAF, выполняемая на контроллере. На контроллере может быть запущено несколько задач одновременно, но в стандартной версии на контроллере запускается только одна задача ISaGRAF с логическим номером 1.

Формат:

*<targetname>=<connection\_name>,<logical\_num>,"< appli.tst >"*

Параметры секции представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры секции [TARGETS].

<i>&lt;target_name&gt;</i>	имя целевой задачи
<i>&lt;connection_name&gt;</i>	имя подключения, определенное в секции [connections]
<i>&lt;logical_num&gt;</i>	логический номер задачи, обычно 1
<i>&lt;appli.tst&gt;</i>	путь к файлу appli.tst, который содержит определения переменных целевой задачи ISaGRAF

#### 4.4 Демонстрационная программа на базе Трейс Моуд 6.0

Согласно заданию необходимо разработать мнемосхему технологического процесса, на которой должна быть отражена динамика состояния технологического процесса в виде:

- гистограммы уровня в емкости E2;
- значений уровня в емкости E2, ошибки, положения исполнительного механизма, задающего воздействия САР уровня и коэффициентов ПИД-регулятора ( $K_p$ ,  $K_d$  и  $T_i$ );

- графиков изменения уровня, задания и ошибки;
- архивных графиков изменений уровня в емкости E2, ошибки и задающего воздействия САР уровня;
- отчета тревог системы;
- кнопки перехода на экран архива и обратно на экран установки;
- визуальный контроль работы насоса и поступления жидкости в ёмкость E2.

Разработана программа, которая отражает состояние технологического процесса, которым управляет контроллер КРОСС.

На рисунке 14 приведена мнемосхема технологического процесса с ПИД - регулятором, реализованным с помощью контроллера.

Статическая часть мнемосхемы представлена тремя резервуарами, приводом, ручным регулятором и трубопроводом, соединяющим резервуары.

Динамика процесса представлена трендами, гистограммами уровня в баке E2, цифровыми индикаторами насоса и значениями уровня в баке E2, уставками и ошибками, коэффициентами регулятора, индикаторами положения исполнительных механизмов.

На тренде синяя линия соответствует текущему уровню в баке E2, оранжевая линия соответствует заданию (заданному значению), а синяя линия соответствует ошибке. Внизу числовые значения уставки, уровня и ошибки в момент времени будут представлены тем же цветом.

При изменении уровня в емкости E2 меняется высота жидкости в баке, который изображен в разрезе. Степень заполнения бака связана со значением тега **t8\_XIN**, взятого с OPC сервера. С этим же тегом связано наличие или отсутствие потока поступающей в бак жидкости, изображенного в виде видеоклипа. Значение уставки берется из значения тега **t8\_XZDN**, а значение ошибки – из **t8\_YEPS**.



Под трендом находится кнопка для входа на экран исторического тренда. Слева от тренда находятся также индикаторы управляющего воздействия, уровня в баке E2, ошибки и коэффициента регулятора.

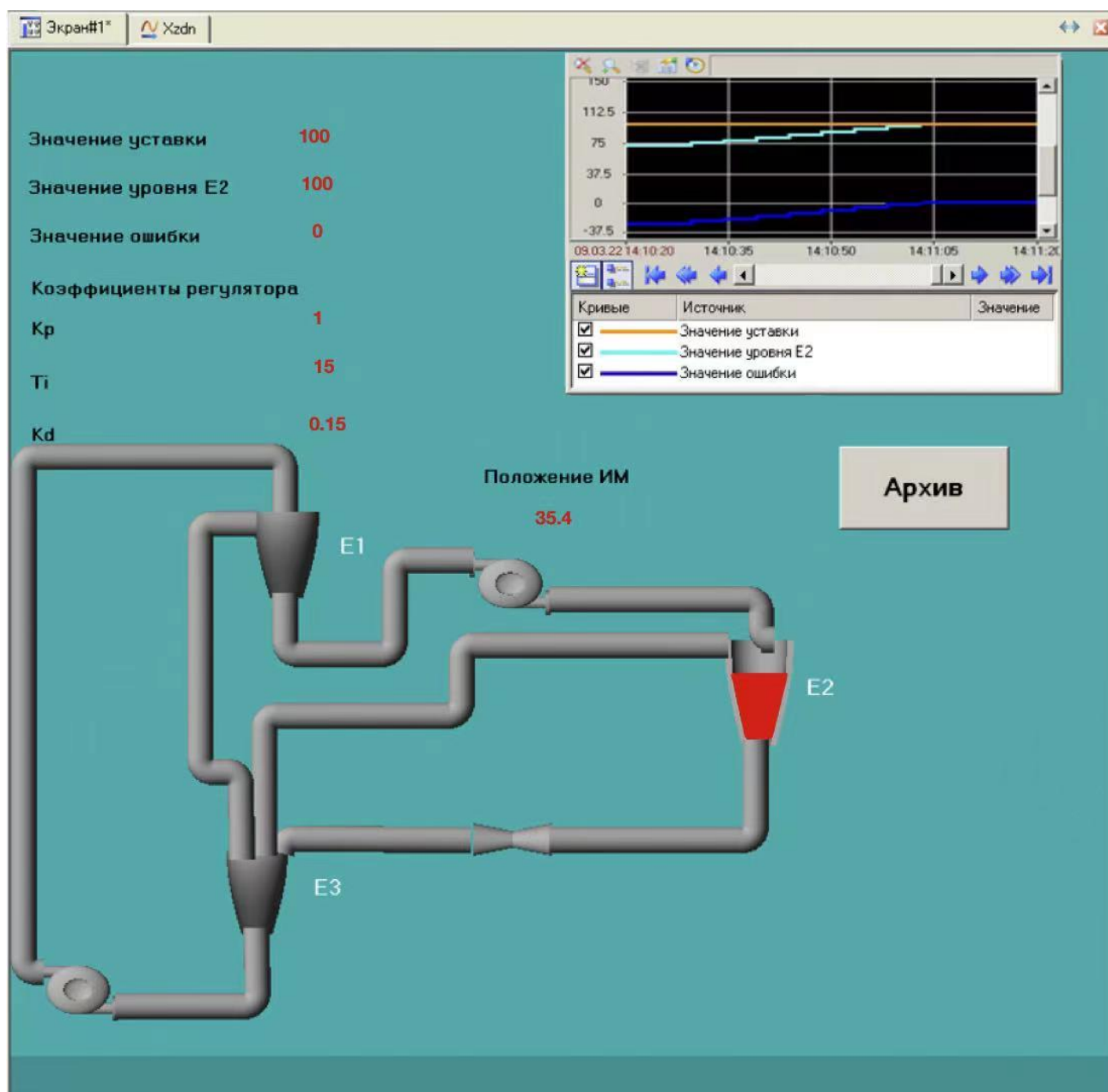


Рисунок 14 – Мнемосхема ТП

## **5 МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ TRACE MODE 6.0**

В методическое обеспечение, предназначенное для изучения SCADA-пакетов, входит методический комплекс для изучения SACDA-системы Трейс Моуд 6.0.

Методический комплекс, предназначенный для изучения SACDA-системы Трейс Моуд 6.0 состоит из методических указаний по выполнению 2 лабораторных работ. Работы посвящены изучению интегрированной среды разработки.

### **5.1 Создание графического интерфейса в SCADA-системе Trace Mode 6.0**

В настоящем разделе дается краткое описание выполняемой лабораторной работы с использованием разработанных методических указаний.

Полный текст данных методических указаний представлен в приложении А настоящей выпускной квалификационной работы.

Целью лабораторной работы является ознакомление с интегрированной средой разработки и получение практических навыков по созданию проекта и узла, графической базы узла, по разработке графического интерфейса в TRACE MODE 6.0.

В теоретической части методических указаний описывается назначение, функции и состав интегрированной среды разработки, а также виды меню и диалоговые окна.

Заданием на выполнение лабораторной работы предусмотрено создание графического интерфейса проекта.

Данная работа выполняется в следующем порядке:

1. осуществляется создание проекта, узла АРМ (RTM);

2. осуществляется создание графического экрана, а именно статического текста, схемы установки гидрообъекта и графического элемента Тренд;
3. проводится окончательная доработка графического экрана.

В методических указаниях по выполнению лабораторной работы приводится последовательность выполнения данной работы, показываются виды окон, используемых при работе с интегрированной средой и необходимый перечень действий по тиражированию графических элементов, по загрузке, созданию и редактированию атрибутов экранов и форм отображения.

В процессе выполнения данной лабораторной работы студентом создается проект, который используется в дальнейшем при выполнении последующих лабораторных работ.

Проверка правильности выполнения данной лабораторной работы осуществляется преподавателем, а в дальнейшем, после создания всего проекта, правильность его проверяется экспериментально.

В качестве результата выполнения работы является создание проекта и ответы на следующие контрольные вопросы:

1. Опишите состав интегрированной среды разработки проекта.
2. В чем заключается метод тиражирования?
3. Какие разделы содержит редактор свойств графических элементов?
4. Для чего в графическом экране используются слои?
5. Какие группы файлов могут быть использованы в Ресурсной библиотеке?

Ответы на данные вопросы позволяют оценить полученные знания, а созданная программа, позволяет оценить практические навыки, полученные в процессе выполнения работы.

## **5.2 Разработка базы каналов в SCADA-системе Trace Mode 6.0**

В настоящем разделе дается краткое описание выполняемой лабораторной работы с использованием разработанных методических указаний.

Полный текст данных методических указаний представлен в приложении Б данной выпускной квалификационной работы.

Целью лабораторной работы является получение практических навыков в создании аргументов экрана, связи с OPC-сервером и в организации привязки их к каналам, а также ознакомление с режимом эмуляции графической базы в TRACE MODE 6.0.

В теоретической части методических указаний описываются редактор переменной OPC и редактор параметров узла, их назначение и функции, виды меню и диалоговые окна, используемые при работе в этих редакторах.

Заданием на выполнение лабораторной работы предусмотрено создание, настройка каналов узла и аргументов экрана в проекте, в котором используется OPC-сервер для связи с контроллером КРОСС.

Данная работа выполняется в следующем порядке:

1. осуществляется создание аргумента экрана в процессе настройки атрибутов графических элементов;
2. осуществляется привязка аргумента экрана к каналу;
3. создается связь с OPC-сервером и осуществляется привязка его к каналу;
4. осуществляется запуск проекта в режиме эмуляции.

В методических указаниях по выполнению лабораторной работы приводится последовательность выполнения данной работы, показываются виды окон, используемых при работе с редакторами и необходимый перечень действий по загрузке, созданию, автопостроению и редактированию атрибутов канала.

В процессе выполнения данной лабораторной работы студентом создается проект, который используется в дальнейшем при выполнении последующих лабораторных работ.

Проверка правильности выполнения данной лабораторной работы осуществляется преподавателем, а в дальнейшем, после создания всего проекта, правильность его проверяется экспериментально.

В качестве результата выполнения работы является создание проекта и ответы на следующие контрольные вопросы:

1. Каким образом осуществляется связка элемента динамизации со значением какого-либо канала?
2. Какие разделы содержит редактор параметров узла?
3. Как осуществляется связь SCADA-системы Trace Mode с контроллером КРОСС?
4. В чем заключается процедура автопостроения канала?
5. Какие режимы обмена с OPC-сервером могут использоваться в редакторе OPC-переменной?

Ответы на данные вопросы позволяют оценить полученные знания, а созданная программа, позволяет оценить практические навыки, полученные в процессе выполнения работы.

## 6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективность и ресурсосбережения

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Объектом исследования является SCADA системы. Группа потребителей данной системы могут составлять следующие типы объектов:

1. Многофункциональные здания (офисные, административные и т.д.).
2. Котельные.
3. Газораспределительные станции.
4. Фабрики.
5. АЗС.

Для упрощения процедуры проведения QчаD, проведем оценку в табличной форме (таблица б)

Таблица 6 – Оценочная карта QчаD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1. Вычислительная мощность	0,2	77	100	0,77	15,4
2. Энергоэффективность	0,2	83	100	0,83	16,6
3. Унифицированность	0,2	92	100	0,92	18,4
4. Безопасность	0,1	93	100	0,93	9,3
5. Конкурентоспособн	0,1	80	100	0,8	8

ость продукта					
6. Цена	0,1	91	100	0,91	9,1
7. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	88	100	0,88	8,8
Итого	1				85,6

$$P_{cp} = \sum B_i \times B_i,$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

По результатам анализа, значение  $P_{cp}$  получилось 85.6, что говорит о перспективности разработки.

Таблица 7 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны НИП:</b></p> <p>С1: Унифицированность ПО.</p> <p>С2: Низкое энергопотребление.</p> <p>С3. Минимальные риски здоровью.</p> <p>С4. Небольшая стоимость.</p>	<p><b>Слабые стороны НИП:</b></p> <p>Сл1. Небольшая вычислительная мощность.</p> <p>Сл2. Уровень проникновения на рынок</p> <p>Сл3. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл4. Долгая доставка элементов необходимых для</p>
--	---	--

		сбора прибора.
<p><b>Возможности:</b></p> <p><b>В1.</b> Использование инновационной инфраструктуры ТПУ для быстрого внедрения продукта на рынок.</p> <p><b>В2.</b> Использование более дешевого по сравнению с иностранным отечественного оборудования</p> <p><b>В3.</b> Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p><b>В4.</b> Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p><b>В5.</b> Использование разработанных программ на совместимых программных продуктах;</p>	<p>Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность продукта и ускорить выход на рынок. Безопасность, низкая стоимость, а также унифицированность влияет на появление дополнительного спроса, который в последствии позволит получить необходимое финансирование от заинтересованных организаций;</p>	<p>За счет унифицированности ПО и модульности проекта появляется возможность осваивания новых отраслей применения контроллера и расширения функционала. Замена электронных иностранных элементов на элементы отечественного производителя позволит понизить стоимость прибора и уменьшить время производства прибора;</p>



Продолжение таблицы 7

<b>Угрозы:</b>	Отсутствие спроса на	Отсутствие спроса на
У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.	новые технологии производства может замедлить срок выхода продукта на рынок	новые технологии производства и высокая стоимость
У2. Высокая стоимость оборудования.	и понизить квалификацию	оборудования может привести к отсутствию
У3. Направленность продукта на узкую группу потребителей.	научного труда.	прототипа научной разработки, отсутствию потенциальных потребителей, необходимого оборудования для проведения испытания
		ПО, ухудшить уровень проникновения на рынок.

По результатам SWOT – анализа можно сделать выводы о том, что необходимо развивать и поддерживать на высоком уровне как сильные стороны проекта, как низкая себестоимость и низкое энергопотребление. Наличие слабых сторон, таких как малая вычислительная мощность, отсутствие прототипов снижают конкурентоспособность продукта, то может быть решено в будущем путем реализации новых возможностей.

## 6.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 6.2.1 Структура научно-технического исследования

Предполагаемые в процессе исследования работы разобьем на стадии, и данные сведем в таблицу 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка и задание по НИР	1	Составление и утверждение НИР	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Научный руководитель, студент
	3	Выбор моделей и способов анализа	Научный руководитель, студент

Продолжение таблицы 8

	4	Календарное планирование	Научный руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка моделей для исследования	Научный руководитель, студент
	6	Поиск методов решения	Студент
	7	Реализация	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент

	9	Оценка эффективности результатов	Научный руководитель, студент
Изготовление и испытание стенда	10	Конструирование и изготовление стенда	Студент
	11	Лабораторные испытания стенда	Студент
Оформление отчета по НИР	12	Технико-экономические расчеты	Студент
	13	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Студент
	14	Составление пояснительной записки	Студент

### 6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого участника.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{omi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

где  $t_{omi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.- дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

где –  $T_{pi}$  продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{omi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.- дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### **6.2.3 Разработка графика проведения научно-технического исследования**

Наиболее удобным и наглядным построением графика проведения научного исследования является диаграмма Ганта, которая представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по тебе представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датам начала и окончания выполненных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведем в календарные дни и занесем данные в таблицу 9.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} ,$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности. Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{каз}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 64} = 1.21$$

где  $T_{\text{кал}}$  – календарные дни ( $T_{\text{каз}} = 366$ );

$T_{\text{вых}}$  – выходные дни ( $T_{\text{вых}} = 50$ );

$T_{\text{пр}}$  – праздничные дни ( $T_{\text{пр}} = 14$ ).

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ раб	Исполнители	Продолжительность работ				
		t <sub>min</sub> , чел- дн	t <sub>max</sub> , чел- дн	t <sub>ож</sub> , чел- дн	T <sub>р</sub> , раб. дн	T <sub>к</sub> , кал. дн
1	Научный руководитель	1	4	2	2	2.42
2	Научный руководитель, студент	10	30	18	9	10.89

Продолжение таблицы 9

3	Научный руководитель, студент	5	10	7	3.5	4.24
4	Научный руководитель, студент	3	6	4	2	2.42
5	Научный руководитель, студент	15	25	19	8.5	10.29
6	Студент	10	15	12	12	14.52

7	Студент	10	20	14	14	16.94
8	Научный руководитель, студент	2	6	4	2	2.42
9	Научный руководитель, студент	2	6	4	2	2.42
10	Студент	10	15	12	12	14.52
11	Студент	5	10	7	7	8.47
12	Студент	2	5	3	3	3.63
13	Студент	2	5	3	3	3.63
14	Студент	4	6	5	5	6.05
<b>Итого</b>						102.86



На основе табл. 9 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени научно-технического исследования. При этом работы на графике следует выделить различным цветом в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 10 – Календарный план-график

№ рабо ты	Вид работы	Исполнит ели	Тк, кал. дн	Продолжительность выполнения работ														
				февр		март			апрель			май						
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	Составление и утверждение	Научный руководи тель	2.42															

	НИР																		
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Научный руководитель, студент	10.89																
3	Выбор моделей и способов анализа	Научный руководитель, студент	4.24																
4	Календарное планирование	Научный руководитель, студент	2.42																
5	Разработка моделей для исследования	Научный руководитель, студент	10.29																
6	Поиск методов решения	Студент	14.52																
7	Реализация	Студент	16.94																
8	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	2.42																

9	Оценка эффективности результатов	Научный руководитель, студент	2.42																			
10	Конструирование и изготовление макета	Студент	14.52																			
11	Лабораторные испытания макета	Студент	8.47																			
12	Технико-экономические расчеты	Студент	3.63																			
13	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Студент	3.63																			
14	Составление пояснительной записки	Студент	6.05																			

 -Научный руководитель, студент  
 -Научный руководитель



### 6.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 6.3.1 Материальные затраты

В таблице 11 сведены данные о материальных затратах на научное исследование.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование материалов и покупных изделий	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
ЧЗВ Flash Drive 16 Gb	шт.	1	500	500
Ручка	шт.	1	15	15
Карандаш	шт.	1	10	10
Тетрадь	шт.	1	20	20
Бумага для принтера формата А4	шт.	300	1	300
Картридж для принтера	шт.	1	1500	1500
Итого:				2345

Таким образом, материальные затраты составили 2 345 рублей.

#### 6.3.2 Амортизационные отчисления

Расчет амортизации ПК: первоначальная стоимость 40 000 рублей; срок полезного использования для машин офисных код 330.28.23.23 составляет 2-3 года, берем 3 года; планируем использовать ПК для написания ВКР в течение 4 месяцев.

Норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} * 100\% = \frac{1}{3} \times 100\% = 33.33\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_r = 40\,000 \times 0,33 = 13200 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = \frac{13200}{12} = 1100 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1100 \times 4 = 4400 \text{ руб.}$$

### 6.3.3 Основная заработная плата исполнителей

Основная заработная плата сотрудника предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_r \times (1 + K_{пр} + K_{д}) \times K_r$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.

$K_{пр}$  – премиальный коэффициент (0,3);

$K_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$K_r$  – районный коэффициент (для Томска 1,3);

$T_r$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни.

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – оклад работника за месяц, руб.

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

1. При отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

2. При отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя. Таблица 12

– Баланс рабочего времени (для 6-дневной недели)

Показатели рабочего времени	Дни
-----------------------------	-----

Календарные дни	366
Нерабочие дни (праздники/выходные)	64
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	54
Действительный годовой фонд рабочего времени	248

Рассчитаем среднедневную заработную плату для студента и научного руководителя, данные внесем в таблицу 13. Оклад научного руководителя составляет 33 664 руб., оклад студента 12700 руб:

$$ЗдН_{СТ} = \frac{Зм \times М}{Фд} = \frac{12700 \times 10,4}{248} = 532,58 \text{руб.}$$

$$ЗдН_{нр} = \frac{Зм \times М}{Фд} = \frac{33664 \times 10,4}{248} = 1411,72 \text{руб.}$$

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Здн, руб.	Кпр, руб.	Кд	Кр	Тр	Зосн, руб.
Студент	532,58	0.3	0.2	1.3	100	103 853.10
Руководитель	1 411,72	0.3	0.2	1.3	35	96 349.89
Итого						200 202.99

#### 6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

Рассчитаем среднедневную заработную плату для студента и научного руководителя по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (0.12-0.15),

$З_{\text{осн}}$  – основная заработная плата,

$З_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

$З_{\text{доп}} = 0.12 \times 103\,853.1 = 12\,462.37$  руб. – для студента,

$З_{\text{доп}} = 0.12 \times 96\,349.89 = 11\,561.99$  руб. – для руководителя.

### 6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды,  
 $З_{\text{внеб}}$  – отчислений на уплату во внебюджетные фонды с заработной платы,  $З_{\text{осн}}$  – основная заработная плата,

$З_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

$З_{\text{внеб}} = 0.27 \times 116\,315.47 = 31\,405.18$  руб. – для студента,

$З_{\text{внеб}} = 0.27 \times 107\,911.88 = 29\,136.21$  руб. – для руководителя.

Получили, что всего будет перечислено 60 541.38 руб. во внебюджетные фонды.

### 6.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \times (З_{\text{мат}} + З_{\text{амор}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}).$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы(0.16).

$З_{\text{накл}} = 0.16 \times (2\,345 + 4\,400 + 200\,202.99 + 24\,024.36 + 60\,541.38) = 46\,642.20$

### 6.3.7 Формирование бюджета затрат

Основой для формирования бюджета затрат научно-исследовательского проекта является рассчитанная величина затрат. Данная величина также служит для формирования договора с заказчиком, где служит нижним пределом затрат на разработку проекта. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Бюджет затрат

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	2345	0,69
Затраты на амортизацию	4 400	1,30
Затраты на основную заработную плату	200 202.99	59,2
Затраты на дополнительную заработную плату	24 024.36	7,1
Социальные отчисления	60 541.38	17,9
Накладные расходы	46 642.20	13,80
Общий бюджет	338 155.90	100

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы. Рассматриваемая работа разрабатывалась в большей степени для студентов отделения автоматизации и робототехники ТПУ, однако сфера применения может быть расширена и на предприятия, использующие SCADA системы.

Был выполнен анализ проекта с такими сильными сторонами как: унифицированность ПО, низкое энергопотребление, минимальные риски здоровью, небольшая стоимость и слабыми сторонами: небольшая вычислительная мощность, уровень проникновения на рынок, отсутствие прототипа научной разработки. Спрогнозированы дальнейшие возможности и угрозы работы. Определили, что данная научная разработка имеет хорошую перспективность.

Также составлено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе, произведена оценка трудоёмкости и сформирован календарный план выполнения проекта протяженностью в 103 дня.

Сформирован бюджет НИИ, который составил 338 155.90 руб., в котором большая часть приходится на зарплату исполнителей 66,3%, а именно 224 227.35 руб. На втором месте социальные отчисления – 60 541.38 руб. (17,9%). Наименьшие статьи бюджетов составляют амортизация оборудования – 4400 руб. (1,3%) и материальные затраты – 2345 руб. (0,69%).

Разработанный проект позволяет продемонстрировать практическое применение SCADA систем управления, тем самым повысить уровень знаний студентов в достаточно актуальном на сегодняшний день направлении для изучения автоматизированных систем.

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Целью итоговой идентификационной работы является изучение и исследование создания и работы системы Scada на основе программного обеспечения Trace Mode 6.0.

Разработка, исследование и внедрение системы Scada проводились в закрытом помещении с использованием персонального компьютера в условиях искусственного освещения.

Объект исследования: Scada системы Trace Mode 6.0;

Область применения: Автоматизация управления и контроля в промышленном производстве;

Рабочая зона: Лаборатория в условиях искусственного освещения;

Размеры рабочей зоны: 50м<sup>2</sup>;

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 6 прямоугольных столов, 5 компьютеров, 5 мониторов;

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Используется компьютер для всех экспериментов.

### 7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно Глава 34 ТК РФ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- режим труда и отдыха в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя

ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

## **7.2 Производственная безопасность**

Рабочее место должно соответствовать требованиям безопасности. Обслуживание.

Рабочее место — это часть пространства, где работают инженеры.

Трудовая деятельность и проведение большей части рабочего времени. Рабочее место, которое хорошо подходит для трудовой деятельности сотрудников, по праву.

И методично организованный по пространству, форме, размеру, обеспечивает ему удобное рабочее положение и высокую производительность труда при минимальной физической и умственной нагрузке.

Согласно ГОСТ 22269-76 конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должны быть антропометрическими, физические и психологические потребности. Имеет значение и характер работы. Особенно при организации рабочего места должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования в составе рабочего места;
- Достаточное рабочее пространство для обеспечения всех необходимых перемещений и движений;



-Естественное и искусственное освещение необходимо для выполнения поставленных задач;

- Уровень шума не должен превышать допустимого значения.

Основными элементами рабочего места являются стол и кресло. Основное рабочее положение – сидячее. Поэтому для исключения возникновения заболеваний, связанных с ограниченной подвижностью.

Работники должны иметь возможность свободно менять положение. Также необходимо соблюдать режим труда и отдыха, в течение которого мышечная нагрузка «распределяется» на те отделы опорно-двигательного аппарата, которые не включаются в поддержание основной рабочей позы.

С точки зрения условий труда рабочее место – это рабочее место, на котором сидит человек. Рабочее место должно занимать площадь не менее 6 м, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем не менее 20 м<sup>3</sup> на человека.

Рабочие стулья должны быть оборудованы подъемными и поворотными механизмами. Высота сиденья должна регулироваться в пределах (400 - 500) мм. Сиденья должны быть не менее 380 мм в глубину и 400 мм в ширину. Высота задней опорной поверхности не менее 300 мм, а ширина не менее 380 мм. Угол наклона спинки сиденья к плоскости сиденья должен быть в пределах (90 -110).

При разработке ортодонтических аппаратов особых требований трудового законодательства не предусматривалось.

В организации должен быть создан Комитет по чрезвычайным ситуациям (ECS). Во многих случаях при отсутствии КЧС функция координации возлагается на руководителя организации.

Основными задачами Объекта КЧС являются:

- руководит разработкой и реализацией мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций, повышению надежности объектов, обеспечению устойчивости работы при возникновении аварийных ситуаций;

- организация работы по установке локальных систем сигнализации на потенциально опасных объектах с целью их постоянной готовности;

- обеспечивать готовность органов управления, сил и средств действий в аварийной ситуации к управлению их разминированием и эвакуацией личного состава с объектов;

- руководить созданием и использованием резервов финансовых и материальных ресурсов на день ликвидации ЧС;

- Организация обучения руководящего состава.

Исследование и внедрение корректирующих устройств относится к разряду работ, связанных с вредными и опасными производственными факторами.

Вредные продуктивные факторы – это факторы, воздействие которых на человека может привести к его заболеванию и снижению трудоспособности.

К опасным производственным факторам относятся факторы, которые могут привести к травме, отравлению, внезапному ухудшению здоровья или смерти.

Таблица 1–Опасные и вредные факторы при разработке нечеткого регулятора

№	Факторы (по ГОСТ 12.0.003- 2015)	Нормативные документы
	<b>Опасные</b>	
1	Короткое замыкание	ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ
2	Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства	ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
3	Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»
	<b>Вредные</b>	
4	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению

	параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
5	Повышенный уровень шума	СП 51.13330.2011 Защита от шума.
6	Монотонность труда, вызывающая монотонию	Глава 34 ТК РФ. Государственное управление охраной труда и требования охраны труда. МР 2.2.9.2311 – 07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности
7	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»

### 7.2.1 Отклонение параметров микроклимата

Требования к параметрам микроклимата определяются согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (значительные или незначительные тепловыделения). Допустимые параметры микроклимата, приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2. –Микроклимат производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
Холодный	22-24	до 0,1	40-60
Теплый	23-25	0,1-0,2	40-60

В рабочем помещении параметры микроклимата должны поддерживаться отоплением и кондиционированием воздуха, а температура воздуха в помещении - нормальной. В этом случае человек имеет возможность полноценно работать, отдыхать и проводить свободное время.

### 7.2.2 Недостаточность освещения

Согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»:

Минимальная естественная освещенность должна быть  $E_n = 1,2$  К.Е.О.

Минимальная освещенность при работе ПК  $E_T=300$  лк.

Освещенность верстака должна быть не менее 300 лк, что достигается установкой точечного освещения.

Точечное освещение не должно создавать бликов на экране. Светоотражающий глянец на рабочие поверхности (экраны, столы, клавиатуры) должен быть правильно подобран и ограничен

В зависимости от расположения светильника яркость бликов на экране не должна превышать  $40 \text{ кд/м}^2$ .

Местное освещение должно иметь непрозрачные отражатели.

### **7.2.3 Повышенный уровень шума**

Одним из важнейших параметров, наносящих большой вред здоровью и резко снижающих производительность труда, является шум. Шум — это случайные звуковые колебания с различными физическими свойствами, характеризующиеся случайными изменениями амплитуды, частоты и т. д.

Допустимым считается уровень шума, не вызывающий значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния шумочувствительных систем и анализаторов.

Шум, превышающий нормативное значение, при работе оборудования будет оказывать негативное влияние на центральную и вегетативную нервную систему и органы слуха человека. Снижается концентрация, ухудшается память, снижаются рефлексы, увеличиваются ошибки в работе.

Шум на рабочем месте создается следующими источниками:

Система охлаждения ПК и механизм печати принтера.

Уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Для снижения уровня шума стены и потолки помещений, в которых установлены ПК, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

#### **7.2.4 Монотонность труда, вызывающая монотонию**

**МОНОТОННОСТЬ** – это свойство некоторых видов труда, требующих от человека длительного выполнения однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок. На многих предприятиях используются станки с ЧПУ и роботизированные комплексы, совершенствуются поточно-конвейерные линии и др. Все это способствует снижению физической нагрузки, но для таких видов труда характерно наличие М. Наиболее выражена М. труда в поточно-конвейерном производстве, которое находит широкое применение в таких отраслях промышленности, как машиностроение, приборостроение, радиоэлектронная, легкая, пищевая и др. М. характеризует ряд др. профессий – станочников, штамповщиков, прессовщиков, операторов полуавтоматических линий, а также операторов за различными пультами управления технологическими процессами.

Мы можем сократить долгие часы монотонной и повторяющейся работы разными способами: установим время отдыха, обеспечим 15-минутный отдых за каждый час работы, улучшим условия труда и повысим декоративность в лаборатории. максимально решить эту проблему.

#### **7.2.5 Электрический ток**

Электроустановки представляют огромную потенциальную опасность для человека, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии определить наличие или отсутствие напряжения на оборудовании.

В зависимости от условий в помещении риск поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не используйте компьютер в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха более 75% в течение длительного времени), высокие температуры (свыше 35°C), наличие токопроводящей пыли, токопроводящие полы, возможность одновременного контакта с заземленными металлическими деталями и металлическими корпусами электрооборудования .

Используемые в номере приборы потребляют 220 В переменного тока частотой 50 Гц. Разработка связана с использованием следующей бытовой техники: компьютер (монитор, системный блок, мышь и клавиатура), принтер.

В этом случае необходимо обратить внимание на следующие моменты: Перед началом работы убедитесь, что выключатель и розетка закреплены и нет открытых токоведущих частей;

-При обнаружении отказов оборудования и приборов необходимо уведомить ответственное за оборудование лицо без самостоятельного исправления;

-Не размещайте лишние предметы на рабочем месте.

-При несчастном случае немедленно освободить пострадавшего от электрического тока и оказать ему необходимую помощь после вызова врача.

#### **7.2.6 Производственные факторы, связанные с повышенным образованием электростатических зарядов на корпусе разрабатываемого устройства**

Статическое электричество возникает вследствие сохранения зарядов электростатического поля на диэлектрических материалах. Оно отрицательно влияет на эксплуатацию электрических устройств. Образование искр от статического электричества способствует пожарам и взрывам. Мощности энергии вполне хватит для возгорания газоздушных смесей и пыли. Работники, на которых постоянно воздействует статическое электричество, чаще болеют сердечно-сосудистыми заболеваниями и болезнями нервной системы.

В лаборатории образование статического электричества обычно обнаруживается в следующих ситуациях: частицы пыли засасываются быстро вращающимися компьютерными радиаторами, движущимися тележками с резиновыми шинами по изолирующим напольным покрытиям.

Для уменьшения вред, причиняемый статическим электричеством, можно принять следующие меры:

- повышение проводящих свойств материалов и окружающей рабочей среды, что приводит к рассеиванию в пространстве периодически появляющихся электрозарядов статики;

- полномасштабное применение грамотно устроенного заземления, что помогает исключить накопление опасных потенциалов;

- повышение устойчивости самих машин и механизмов к действию статистических разрядов;

### **7.2.7 Короткое замыкание**

Если два провода цепи (в нашем случае комнатная) соединить напрямую (на короткое время) друг с другом, минуя нагрузку - свет, приборы - то потекут очень большие токи (десятки и сотни ампер). , скажем, ток короткого замыкания.

Наиболее частой причиной коротких замыканий в лаборатории является перетираание изоляции на изгибах проводов. Например, при вводе вилок, розеток, светильников, утюгов и т. д., а также многожильных проводах, согнутых в острые углы, поврежденной изоляции проводов при покраске, короткозамкнутых вилках и розетках, внутренних частях электроприборов и т. д. Розетки с металлическими предметами и т.п.

Чтобы избежать коротких замыканий, необходимо тщательно следить за исправностью проводов и приборов. Замена сгоревшей вилки на жгут проводов не допускается ни при каких обстоятельствах - "неправильно", так как ток при такой замене предохранителя может значительно превышать допустимый ток, поэтому может загореться изоляция провода и возникнуть пожар. Перегоревший предохранитель необходимо заменить другим предохранителем, но только заводским. Более удобными в использовании являются автоматические предохранители многократного действия, у которых вместо предохранителя имеется реле, срабатывающее при больших токах. Для крепления на щитке предохранитель снабжен основанием и резьбой, открывается и закрывается нажатием кнопки.

### 7.3 Экологическая безопасность

Воздействие на селитебную зону: при работе на ПК воздействия не происходит.

Воздействие на литосферу: происходит из-за утилизации отходов при выходе из строя компонентов устройства, утилизация люминесцентных ламп, микросхем.

Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала.

Воздействие на атмосферу: при работе на ПК воздействия не происходит.

По истечении срока службы ПК их можно отнести к отходам электронной промышленности. Пластиковые детали ПК проходят термообработку при высоких температурах без контакта с воздухом. Компьютерные компоненты и печатные платы, содержащие тяжелые металлы и антипирены, при горении могут выделять вредные диоксиды углерода. Поэтому для опасных отходов существуют специальные печи, способные утилизировать теплоту сгорания. Однако стоимость этого метода очистки высока, поэтому нельзя исключать возможность токсичных выбросов.

Отходы, которые не могут быть переработаны или использованы повторно, должны вывозиться на свалки.

Утилизация люминесцентных ламп: Такие лампы нельзя выкидывать в мусоропровод или уличные контейнеры, а нужно отнести в свой районный ДЕЗ (Дирекция единичного заказчика) или РЭУ (Ремонтно-эксплуатационное управление), где есть специальные контейнеры. Там они принимаются бесплатно, основанием должна служить утилизация в соответствии с Управлением федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. И процессинговая компания должна соответствовать критерию Об утверждении. Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может



повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде.

Что касается макулатуры и выброшенных печатных плат, произведенных в лаборатории, эти вещи также имеют значение для переработки, и их случайная утилизация нанесет большой вред окружающей среде, мы также должны отправить их профессиональным перерабатывающим компаниям, чтобы избежать большего загрязнения.

#### **7.4 Безопасность в аварийной ситуации**

Возможные ЧС:

Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);

Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);

Наиболее типичная ЧС:

пожар вследствие короткого замыкания.

Для предотвращения возгорания необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

-Использовать негорючие или негорючие материалы при строительстве и отделке зданий.

-рассмотреть оперативные мероприятия по эксплуатации существующего оборудования;

-Технический и конструктивный в отношении правильного размещения и монтажа электротехнического и отопительного оборудования.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под

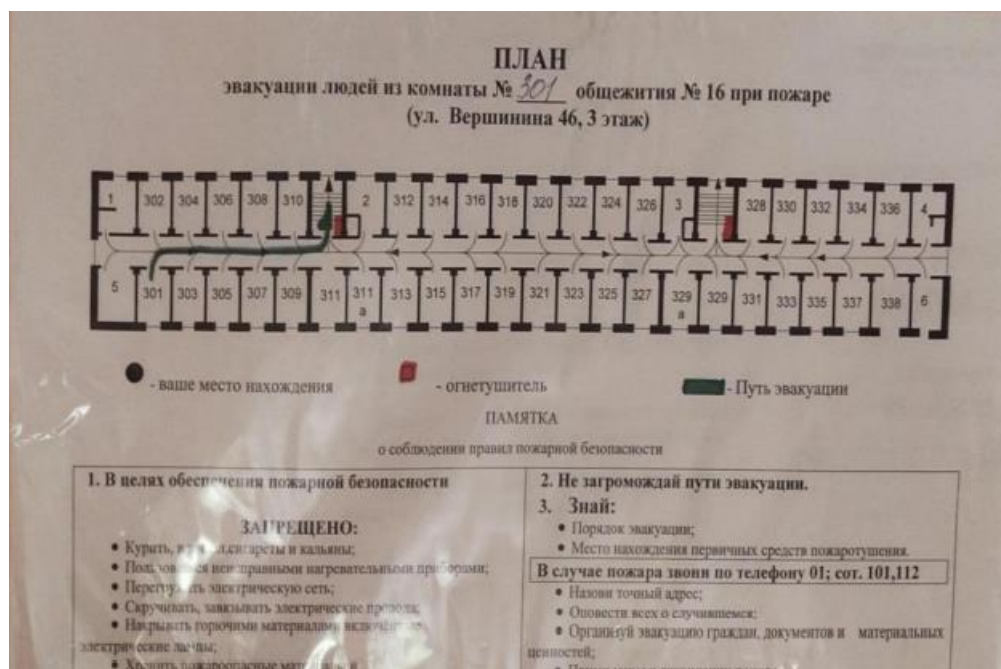
напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно- вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 ;
2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;
3. автоматические сигнализаторы для сигнализации о присутствии в воздухе помещений довзрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке , порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.



В лаборатории пожары могут быть вызваны неисправным электрооборудованием, неисправной электропроводкой, розетки и выключатели. Для предотвращения пожаров по этим причинам необходимо регулярно проводить проверки, своевременно находить и устранять неисправности, не использовать неисправные электроприборы.

Нагрев помещения открытым электронагревателем может привести к пожару, т.к. В комнате есть бумажные документы и справочники. Поэтому использование открытых отопительных приборов недопустимо.

Чтобы снизить риск возгорания из-за короткого замыкания, необходимо спрятать провода.

Летом во время грозы могут происходить удары молнии, приводящие к пожарам. Во избежание этого рекомендуется устанавливать молниеотводы на крыше здания.

Несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Поэтому курение в лабораторных условиях должно быть строго запрещено.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электроэнергию, вызвать пожарную команду, эвакуировать людей на место происшествия в соответствии с планом эвакуации, использовать огнетушители.

### **7.5 Выводы по разделу**

Значение всехпроизводственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе, за исключением фактора, обладающего свойствами психофизиологического воздействия на организм человека. Для минимизации влияния данного фактора на организм человека, достаточно соблюдать меры, приведенные в МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ соответствует первому классу – «помещения без повышенной опасности».

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током.

Категория тяжести труда в лаборатории по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением).

Помещение лаборатории категории помещения группы А, возможный класс пожара В.

В помещении нет горючего газа и горючей жидкости, только короткое замыкание токопроводящих проводов и электрооборудования легко может стать причиной пожара.

Рассмотренный объект, оказывающий незначительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам III категории.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы осуществлен анализ SCADA-пакета TRACE MODE 6.0, описан его состав и функциональные возможности. Для выполнения лабораторной работы «Цифровая система управления гидравлическим объектом» разработана мнемосхема, обеспечивающая оперативное представление информации о текущем значении уровня и ошибки, значении положения исполнительного механизма и величине задающего воздействия.

Основным результатом данного проекта являются методические указания по выполнению лабораторных работ для изучения данного пакета по следующим темам:

- работа с графическим интерфейсом;
- работа по созданию базы каналов;

Разработанные методические указания предназначены для использования в учебном процессе отделения автоматизации и робототехники Томского политехнического университета. Выполнение данных лабораторных работ позволит получить практические навыки работы с широко распространенным программным пакетом TRACE MODE.

## **CONCLUSION**

As a result of the final qualification work, the TRACE MODE 6.0 SCADA package was analyzed, its composition and functionality were described. To perform the laboratory work "Digital Control System for a Hydraulic Object", a mnemonic diagram has been developed that provides prompt presentation of information about the current value of the level and error, the value of the position of the actuator and the value of the driving force.

The main result of this project are guidelines for the implementation of laboratory work to study this package on the following topics:

- work with the graphical interface;
- work on creating a database of channels;

The developed guidelines are intended for use in the educational process of the Department of Automation and Robotics of the Tomsk Polytechnic University. The implementation of these laboratory works will allow you to gain practical skills in working with the widely used TRACE MODE software package.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев Е. Б., Н. А. Куцевич, Синенко О. В. Scada-системы: взгляд изнутри. — М: Изд-во РТСофт, 2004. — 176 с.: ил. — Библиогр.: с. 173-175.
2. <http://www.asutp.ru/?p=6001>
3. <http://www.promsat.com/list/scadasys/9>
4. Маслов Д. В. Некоторые вопросы функциональности и производительности WinCC версии 5.1 // Промышленные АСУ и контроллеры: Ежемесячный научно-технический производственный журнал. — М., 2003. — № 6. — с. 45-46.
5. Терлецкий М. Ю. iFIX для Windows или SCADA для QNX // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика: Журнал. — М., 2003. — № 4. — с. 16-19.
6. Альперович И.В., Толмасская И.И. Архитектура комплекса программ FIX//Приборы и системы управления. Научтехмаш. – 1997. -№8. –с. 9-13.
7. Куликов А. И. Genesis32 v. 7.0 в России: премьера прошла с аншлагом // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика: Журнал. — М., 2003. — № 4. — с. 20-21.
8. Аблин И. Е. MasterSCADA - шаг за шагом // Промышленные АСУ и контроллеры: Ежемесячный научно-технический производственный журнал. — М., 2003. — № 10. — с. 4-7.
9. Анзимиров Л.В. Трейс Моуд: современное состояние и перспективы развития//Приборы и системы управления. Научтехиздат. – 2000. -№4. –с. 34-38.
10. Букреев В. Г., Цхе А. В. Основы инструментальной системы разработки АСУ Trace Mode: учебное пособие; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2004. — 126 с.
11. Trace Mode 6. Том 1, 2, руководство пользователя. – М., 2006.



12. Trace Mode 6 & T-Factory. Быстрый старт, руководство пользователя. – М., 2006.
13. <http://www.adastra.ru/>
14. Контроллер для распределенных открытых систем КРОСС, руководство по эксплуатации, ЯЛБИ.421457.018 РЭ.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА В SCADA-СИСТЕМЕ TRACE MODE 6.0

**Цель работы:** ознакомиться с интегрированной средой разработки и получить практические навыки по созданию проекта и узла, графической базы узла, по разработке графического интерфейса в SCADA – системе TRACE MODE 6.0.

### 1. Назначение и функции Интегрированной среды разработки

**Интегрированная среда разработки проекта (ИС)** – единая программная оболочка, содержащая все необходимые средства для разработки проекта.

ИС включает полный набор средств разработки систем автоматизации технологических процессов (АСУТП), а также управления бизнес-процессами производства (АСУП).

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 TRACE MODE.

ИС объединяет в единой оболочке **навигатор** и **набор редакторов** для создания всех составляющих проекта. ИС имеет многооконный интерфейс (см. рисунок 1).

### 2. Оболочка ИС

Оболочка ИС имеет главное меню, включающее:

1. **Меню Файл.**
2. **Меню Вид.**

3. Меню Окна.
4. Меню Справка.
5. Панель инструментов.

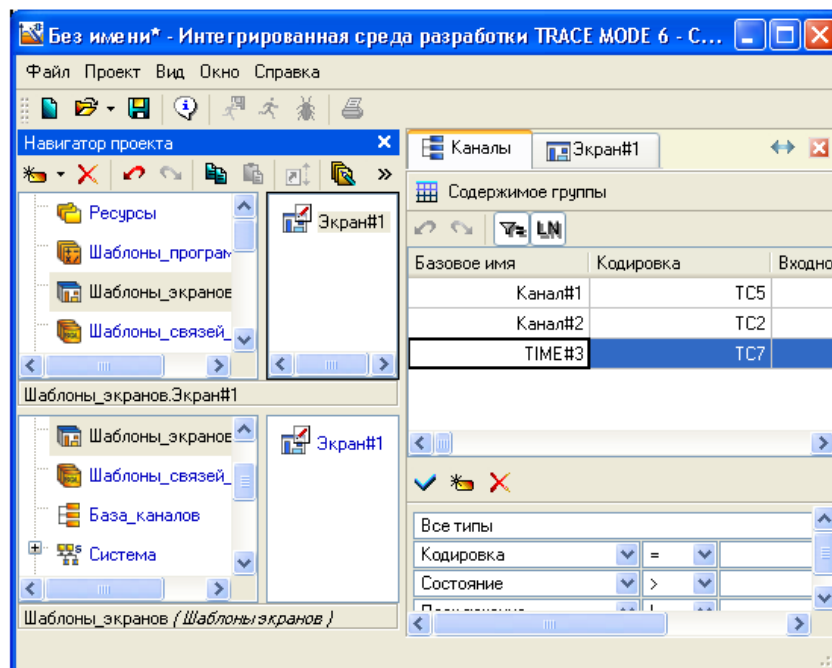


Рисунок 1 - Интегрированная среда разработки проекта


Редакторы, встроенные в ИС, имеют свои меню и панели инструментов, которые при открытии этих редакторов частично или полностью добавляются к имеющимся в ИС. При открытии редактора возможно также модифицирование списка команд меню ИС.

Меню и панель инструментов оболочки ИС доступны во всех случаях.

**Меню Файл** и **главная панель инструментов ИС** включают следующие команды:

 **Новый** – создать новый проект.

 **Открыть.**

 **Импорт** – по этой команде открывается проект, разработанный в TRACE MODE 5.0

 **Сохранить/Сохранить как.**

 **Информация о проекте.**

 **Сохранить для MRV.**

 **Отладка.**

 **Шпион** – получить в ИС реальные данные с работающих узлов.

 **Печать.**

### **Параметры.**

**Последние файлы** – показать список последних файлов, открытых в ИС. Выбранный в списке файл загружается в ИС.

**Выход** – выйти из интегрированной среды.

Команды **меню Вид** управляют видимостью панели инструментов ИС, навигатора проекта и строки статуса, отображаемой в нижней части окна ИС. В строку статуса выводится информация о командах меню ИС.

**Меню Вид** включает команду «**Заккрыть все**» – по этой команде закрываются все окна ИС, кроме навигатора проекта. В данное меню, кроме того, выводится список открытых окон ИС с указанием окна, активного в текущий момент.

**Меню Помощь** предназначено для получения информации по системе. Это меню содержит следующие команды: **Содержание, Индекс, О программе.**

## **3. Навигатор проекта**

Навигатор имеет следующие средства для редактирования структуры проекта:

- 1. Меню Проект.**
- 2. Панели инструментов.**

### 3. Контекстное меню.


Для конфигурации/разработки объектов структуры в навигаторе предусмотрены команды **Свойства** и **Редактировать**, с помощью которых для каждого объекта структурного дерева могут быть открыты соответствующие **окно свойств** и **редактор**.

Меню **Проект**, главная панель инструментов и контекстное меню навигатора содержат как типовые команды для создания компонентов (групп компонентов), работы с буфером обмена и поиска, так и специфические:

 - Создать компонент проекта.

 - Удалить компонент проекта.

 - Вставка.

 - Перейти по ссылке вниз/вверх.


 - Резервирование.

 - Редактировать.

Переименовать.

 - Редактировать шаблон.

 - Свойства.

 - Сохранить узел для MPB.

 - Загрузить дамп узла.

 - Загрузить в контроллер.

 - Информация о проекте.

 - Импорт из БД.

 - Экспорт в БД.

В навигаторе структура проекта представлена в виде дерева (рисунок 2). Корневые группы этого дерева (**слои**) predeterminedены и создаются автоматически при создании нового проекта (слои отображаются в левом окне навигатора).

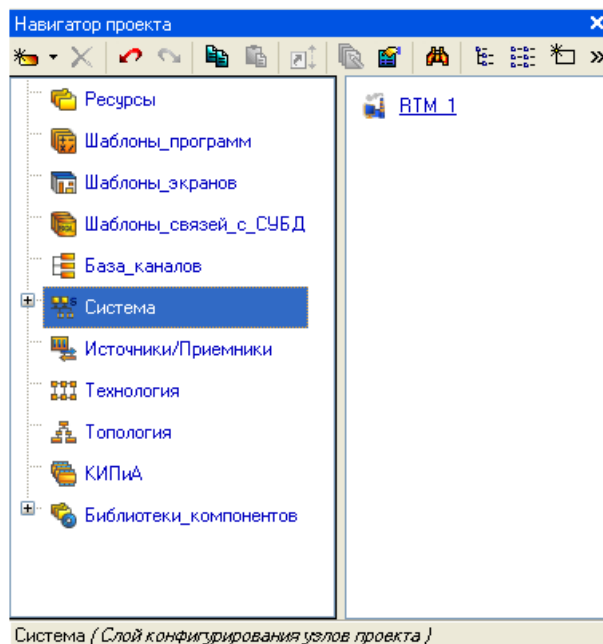


Рисунок 2 - Навигатор проекта

Слои структуры проекта:

1. **Ресурсы** – для создания пользовательских наборов текстов, изображений и видеоклипов, а также графических объектов.
2. **Шаблоны программ.**
3. **Шаблоны экранов.**
4. **Шаблоны связей с БД.**
5. **Шаблоны документов.**
6. **База каналов** – этот слой является хранилищем всех каналов проекта.
7. **Система** – для конфигурирования узлов и их.
8. **Источники/приемники** – для создания описаний источников/приемников в различных устройствах и программных приложениях, обмен с которыми

поддерживается мониторами, а также для конфигурирования системных переменных TRACE MODE 6.

9. **Технология** – для разработки проекта от технологии.
10. **Топология** – для разработки проекта от топологии (т.е. с группировкой компонентов по месту расположения).
11. **КИПиА** – для описания электрических соединений АСУ.
12. **Библиотеки компонентов** – для создания библиотек **объектов** – проектных решений отдельных задач. Этот слой содержит predefined группы **Системные** и **Пользовательские**. В группе **Системные** содержатся библиотеки, подключенные к ИС по умолчанию.

#### 4. Набор редакторов

Набор редакторов структуры объектов включает в себя:

1. **Редакторы компонентов** (редакторы каналов, шаблонов программ, шаблонов экранов, шаблонов документов, связей с базами данных, библиотек текстов, библиотек изображений и т.д.).
2. **Редакторы источников/приемников** (редакторы источников (приемников), системных переменных TRACE MODE, переменной OPC т.д.).
3. **Редакторы групп компонентов** (редакторы группы шаблонов экранов, группы компонентов, группы 'OPC-сервер', группы каналов слоев 'Технология' и 'Топология').
4. **Редактор параметров узла.**

Графическое представление хода выполнения техпроцесса, а также управление техпроцессом с помощью графических средств являются одними из главных задач, решаемых ТРЕЙС МОУД 6. Для разработки интерфейса оператора в интегрированную среду встроен редактор шаблонов экранов - редактор

представления данных (РПД). Интерфейс оператора разрабатывается в виде набора **графических экранов**, являющихся компонентами проекта. С целью взаимодействия с другими компонентами проекта для графического экрана могут быть заданы аргументы.

В графических слоях размещаются **графические элементы (ГЭ)**. Графические элементы имеют наборы настраиваемых **атрибутов, динамических свойств и функций управления**.

Панели редактора представления включают в себя:

- **Панель инструментов «Графические элементы».**



Панель содержит следующие **группы ГЭ**: линии, текст, ломаные и кривые, прямоугольники, плоские фигуры, ресурсы, объемные фигуры, кнопки, выключатели, графики, объекты, таблицы, ActiveX, свободные формы, приборы, диаграммы, дата и время, отчет тревог и T-FACTORY.

- **Меню и панель инструментов «Правка».**



Содержат ряд типовых инструментов для редактирования графических экранов. Данные инструменты доступны также из контекстного меню ГЭ.

- **Меню 'Сервис' и панель инструментов «Топология экрана».**



Данные панель инструментов и меню содержат команды для позиционирования и тиражирования выделенного графического элемента.

- **Панель инструментов «Параметры текста».**





В режиме редактирования с помощью типовых инструментов данной панели задаются параметры текста в выделенном графическом элементе.

- **Панель инструментов «Параметры линии».**



В режиме редактирования с помощью инструментов этой панели задаются параметры линии (линии контура) выделенного графического элемента (выделенной группы ГЭ).

- **Панель инструментов «Параметры заливки».**



В режиме редактирования с помощью инструментов этой панели задаются параметры (цвет и стиль) заливки выделенного графического элемента (выделенной группы ГЭ).

- **Панель инструментов «Ресурсные библиотеки».**



Инструменты данной панели предназначены для операций с библиотеками строк, рисунков и других ресурсов, которые могут быть использованы при разработке графических экранов.

- **Меню «Вид».**

Команды этого меню управляют видимостью табличного редактора аргументов экрана, окна Слои и таблицы графических элементов, а также панелей инструментов Топология экрана и Параметры текста.

## 5. Задание на лабораторную работу



Заданием предусмотрено создание графического интерфейса. В качестве узлов используются микропроцессорный контроллер КРОСС и диспетчерская станция на базе персонального компьютера.

Для выполнения работы необходимо:

1. создать проект и узел АРМ;
2. создать графический экран (статический текст, схему установки гидрообъекта и графический элемента Тренд);
3. провести окончательную доработку графического экрана.

## 6. Методические указания и последовательность выполнения работы

### 1) Создание узла АРМ

- Загрузите инструментальную систему двойным щелчком левой клавиши (ЛК) мыши по иконке  рабочего стола Windows и с помощью иконки  инструментальной панели создайте новый проект. При этом в открывшемся на экране диалоге (рисунок 3) необходимо выбрать стиль разработки **Простой**.

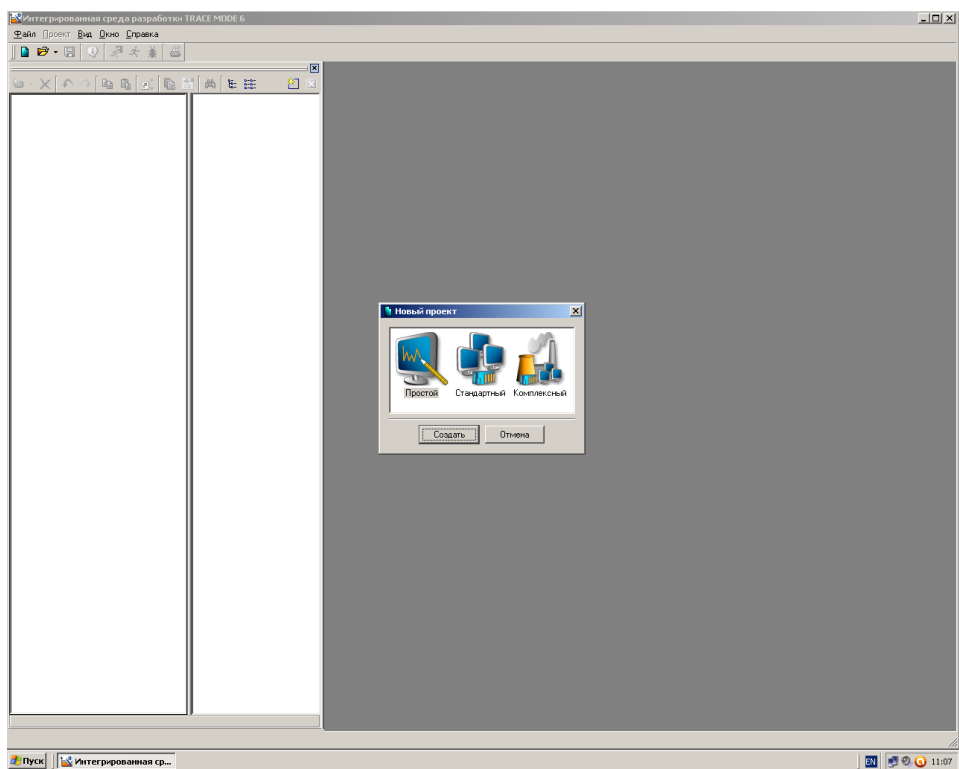


Рисунок 3 – Вид окна **Новый проект**

- После нажатия ЛК мыши на экранной кнопке **Создать**, в левом окне Навигатора проекта появится дерево проекта с созданным узлом **АРМ RTM\_1** (рисунок 4). В правом окне Навигатора проекта отобразится содержимое узла – пустая группа **Каналы** и один канал класса **Вызов Экран#1**, предназначенный для отображения на узле АРМ графического экрана.

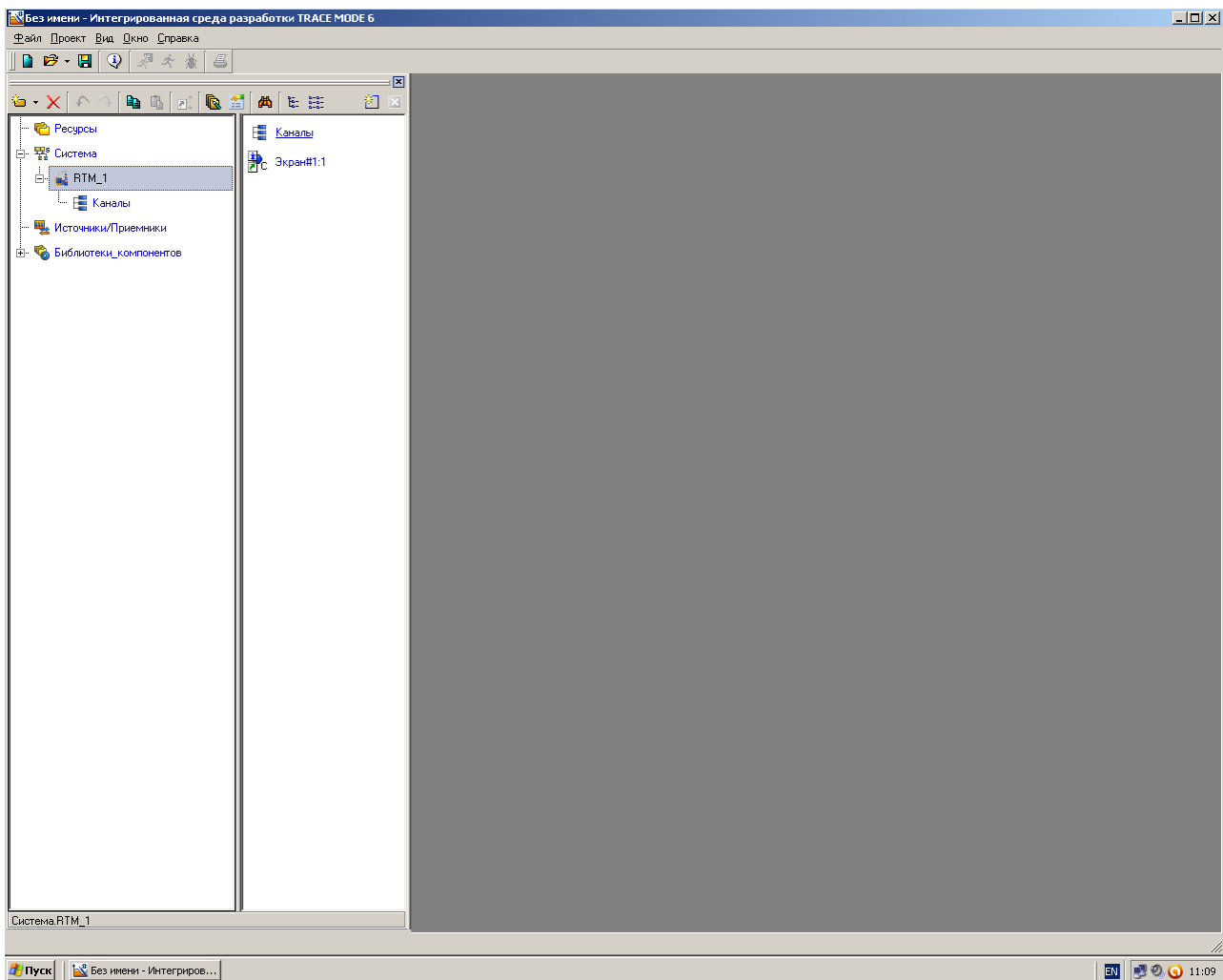


Рисунок 4 – Вид окна **Навигатора проекта**


## 2) Создание графического экрана

Двойным щелчком ЛК на компоненте **Экран#1** откройте окно графического редактора.

### 2.1) Создание статического текста

- Разместите в левом верхнем углу экрана статический текст - надпись **Значение уставки.**

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. на панели инструментов графического редактора ЛК мыши выделить иконку графического элемента (ГЭ) Текст ;


2. в поле графического редактора необходимо установить прямоугольник ГЭ, для чего следует:

- ✓ зафиксировать ЛК точку привязки - левый верхний угол;
- ✓ развернуть прямоугольник движением курсора до необходимого размера;
- ✓ зафиксировать ЛК выбранный ГЭ.

Таким образом, экран примет вид, показанный на рисунке 5.



Рисунок 5 – Вид окна Экрана

- Для перехода в режим редактирования атрибутов размещенного ГЭ нужно выделить ЛК иконку  на панели инструментов.
- Чтобы открыть окно свойств ГЭ и установить параметры, необходимо двойным щелчком ЛК нажать по ГЭ.
- В правом поле строки Текст необходимо набрать **Значение уставки** и нажать на клавишу **Enter** (рисунок 6).

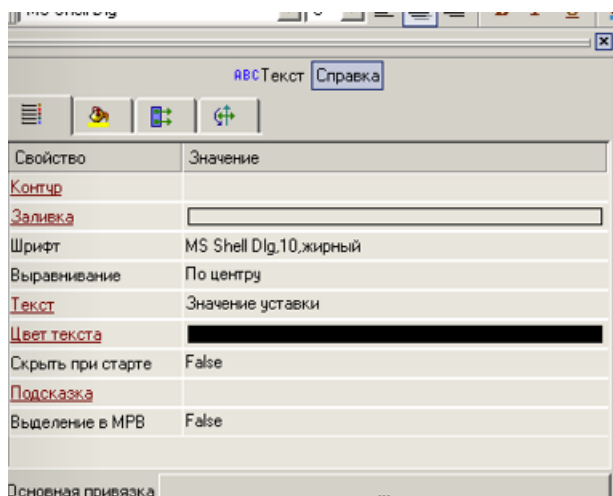



Рисунок 6 – Вид окна Свойства объекта

- Закройте окно свойств щелчком ЛК по иконке . ГЭ примет следующий вид (рисунок 7):

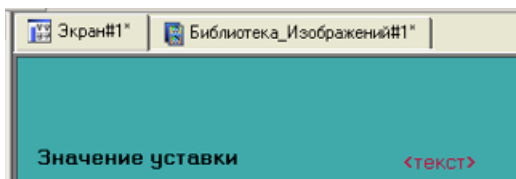


Рисунок 7– Окончательный вид ГЭ Текст

Если введенный текст не уместился в прямоугольнике ГЭ, выделите его и растяните до нужного размера с помощью мыши. Таким же образом создайте ещё два статических текста-надписи **Значение уровня E2** и **Значение ошибки**. Для этого следует воспользоваться методом тиражирования.

- Выделите ГЭ Текст и, выполнив команду **Тиражировать** из меню **Сервис**, в открывшемся диалоговом окне задайте параметры, как показано на рисунке 8. В результате на экране появятся ещё два идентичных ГЭ Текст.

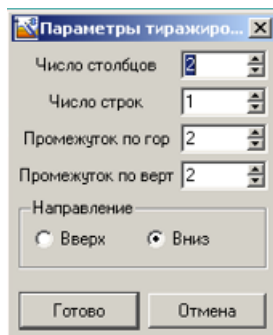


Рисунок 8 – Вид диалога **Параметры тиражирование**

- Измените текст в этих ГЭ на **Значение уровня E2** и **Значение ошибки** соответственно.

- Для выравнивания полученных ГЭ Текст необходимо выделить их, удерживая при этом клавишу **Ctrl**, и выровнять с помощью набора команд **Сервис/Выровнять/Влево** в главном меню.

Таким образом, экран примет следующий вид (рисунок 9):

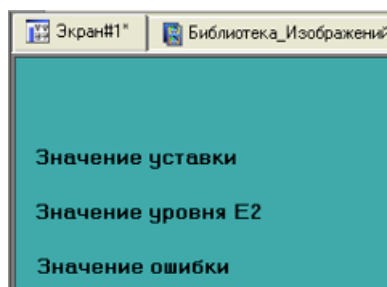


Рисунок 9 – Вид окна выровненных ГЭ Текст

- Также на мнемосхеме необходимо отобразить параметры ПИД-регулятора, поэтому разместите еще ниже ГЭ дополнительные надписи, как показано на рисунке 10.

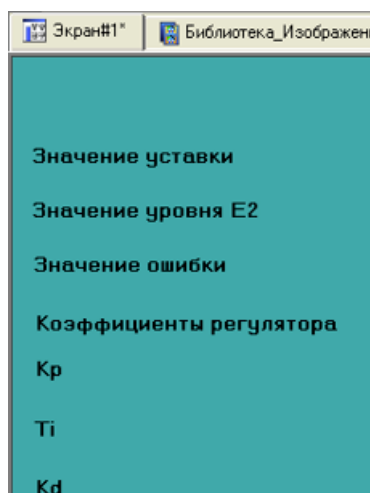


Рисунок 10 – Вид окна с параметрами ПИД-регулятора

## 2.2) Создание схемы установки гидрообъекта

Схему установки необходимо будет разместить в левом нижнем углу. На рисунке 11 показан тот статичный рисунок, который нужно будет создать.

- Для начала на экране следует разместить 3 объемных элемента – ёмкости. Для этого в панели рисования выберете группу ГЭ **Объемные фигуры** и, дважды нажав ЛК по нему, из выпадающего меню выберете ГЭ **Криволинейный конус**.
- Каждую из емкостей подпишите, разместив справа от них ГЭ **Текст** с надписями **E1**, **E2** и **E3** соответственно (см. рисунок 11).
- Емкость E2 необходимо изобразить в разрезе. Для этого в окне её свойств параметр **Толщина стенок** установите равным 5.
- Теперь расположенные емкости соедините между собой трубами, используя ГЭ **Труба** из группы ГЭ **Объемные фигуры**. В свойствах ГЭ измените **Базовый цвет** и установите параметр **Толщина** равным 10.
- Для редактирования положения труб можно использовать контекстное меню элемента. Для этого ПК выделите на экране ГЭ **Труба** и в выплывшем меню выберете строку **Редактировать узловые точки**. Таким образом, на ГЭ появятся точки, передвигая которые можно будет изменить положение трубы.

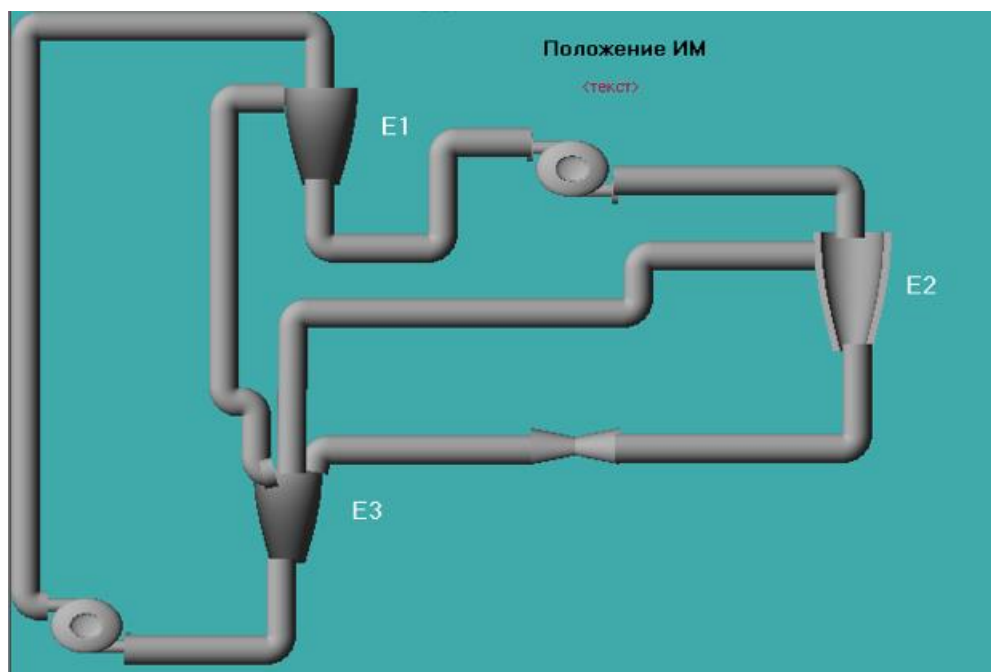





Рисунок 11 – Статический рисунок Гидрообъекта



### 2.3) Размещение ГЭ Тренд

Теперь следует дополнить созданный экран новым ГЭ для совместного просмотра изменений значений каналов узла во времени и отслеживании предыстории – **трендом**.

- В правой части графического экрана разместите ГЭ **Тренд**  для вывода **Значение уставки, Значение уровня E2 и Значение ошибки**.
- В **основных свойствах** ГЭ  измените цвет фона на **черный**.
- Перейдите на вкладку **Кривые**  и, выделив ЛК строку **Кривые**, с помощью ПК создайте три новые кривые. Настройте для них толщину, цвет линий и максимальное значение, как показано на рисунках 15, 16.

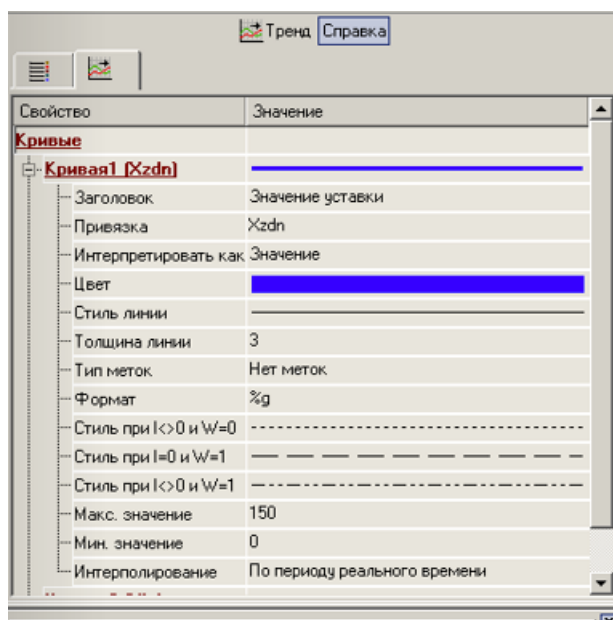


Рисунок 15 – Свойства Кривой1 ГЭ Тренд

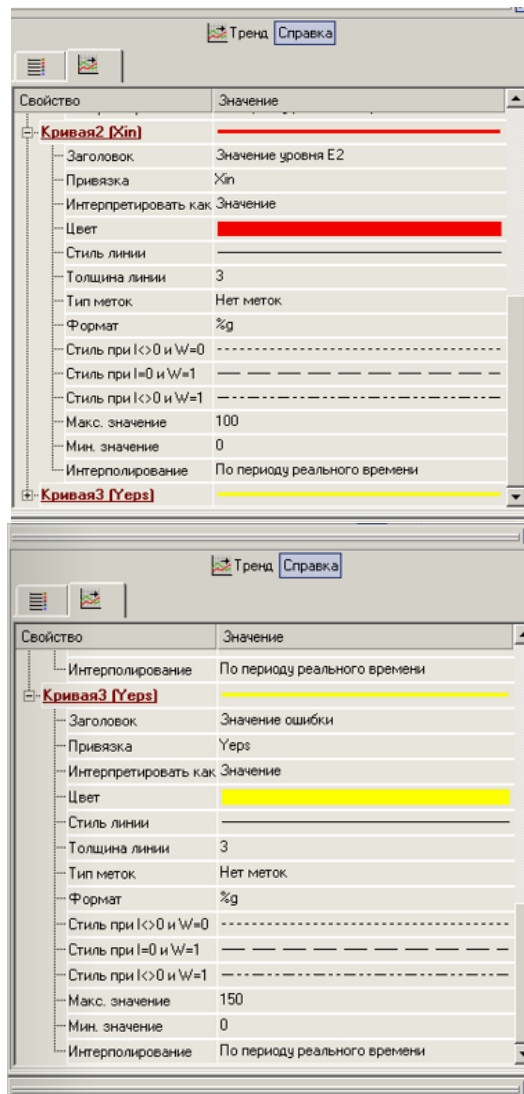


Рисунок 16 - Свойства Кривых 2, 3 ГЭ Тренд

Таким образом, ГЭ Тренд примет вид, изображенный на рисунке 17.

### 3) Доработка графического экрана

- Для гидрообъекта необходимо указать положение ИМ. Для этого выше ИМ расположите статический текст **Положение ИМ**, а рядом - ГЭ Текст (см. рисунок 11).

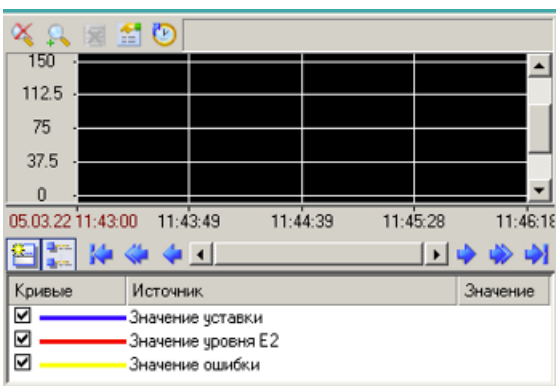


Рисунок 17 – Окончательный вид ГЭ Тренд

- Для визуального отображения уровня в емкости E2 воспользуйтесь ГЭ Многоугольник из группы ГЭ Прямоугольники. Расположите его по внутреннему контуру емкости (см. рисунок 19). Основные свойства задайте, как на рисунке 20.

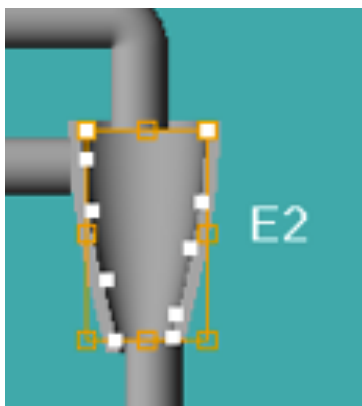


Рисунок 19 – Вид окна Свойства Видеоклипа

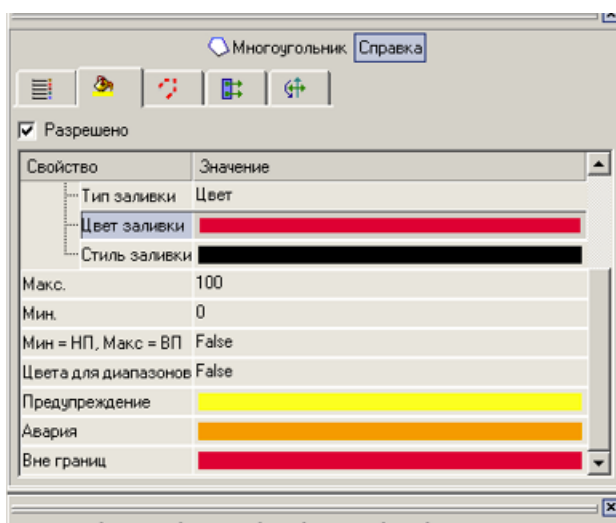


Рисунок 20 – Вид окна **Основные Свойства Многоугольника**

Последней формой отображения, которую необходимо разместить на экране, будет кнопка, реализующая переход с **Экрана#1** на новый экран **Архив**.

- Сначала через ПК узла **RTM\_1** создайте в нем новый компонент **Экран**, как показано на рисунке 21.

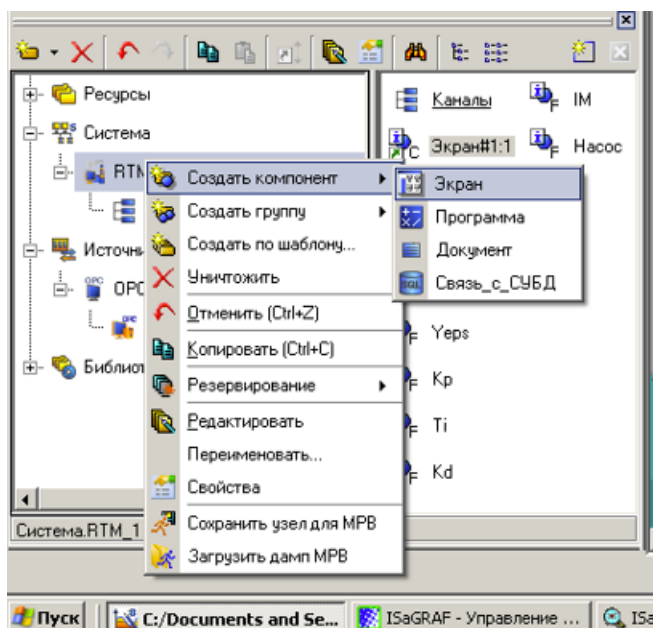



Рисунок 21 – Создание нового **Экрана**

- Измените имя созданного **Экран#2:2** на имя **Архив**.

- На инструментальной панели графического редактора выберете ЛК иконку  ГЭ **Кнопка** и разместите его под ГЭ Тренд.
- Перейдите в режим редактирования ГЭ **Кнопка** и в поле **Текст** основных свойств введите надпись **Архив**.
- Откройте вкладку **Действия** и нажатием ПК раскройте меню **По нажатию (mousePressed)**.
- Выберете из списка команду **Перейти на экран**, как показано на рисунке 22.

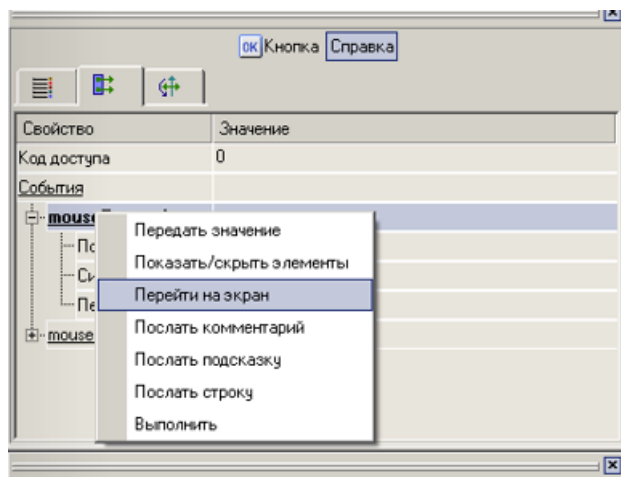


Рисунок 22 – Вид окна Действия ГЭ Кнопка

- В появившемся поле укажите созданный вами экран **Архив** (см. рисунок 23). Таким образом, Экран#1 примет окончательный вид, изображенный на рисунке 24.

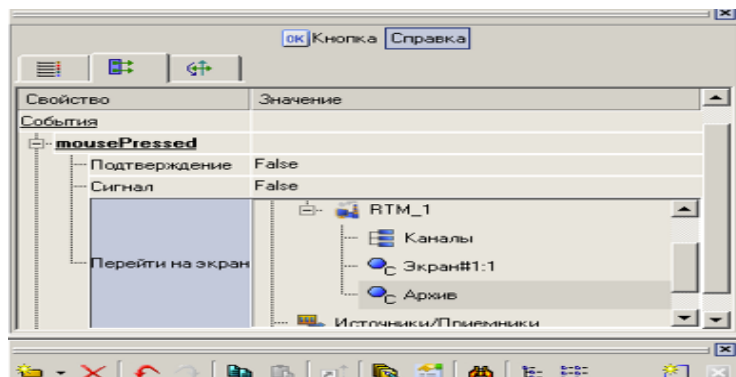


Рисунок 23 – Выбор экрана-перехода ГЭ Кнопка

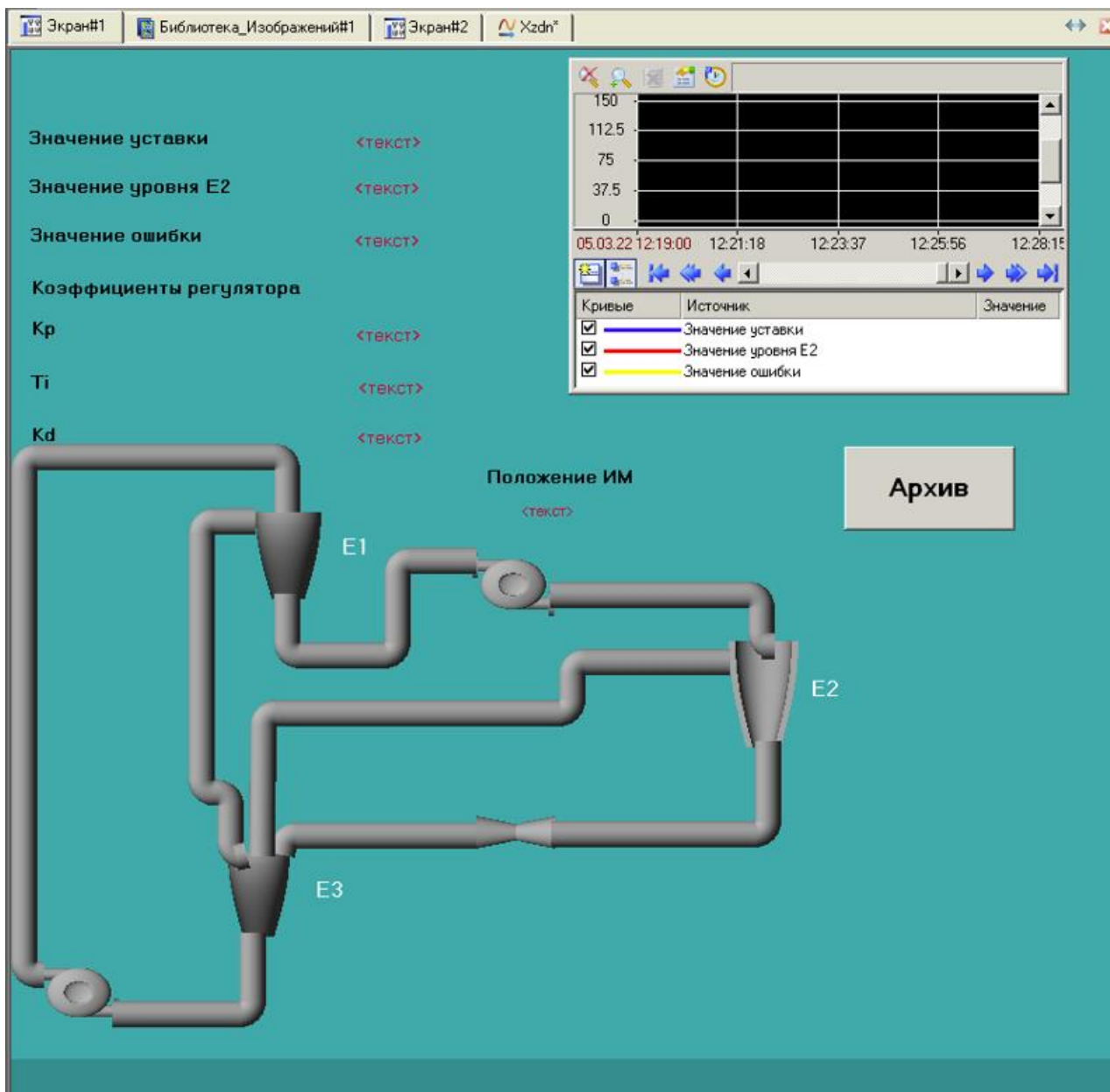



Рисунок 24 – Окончательный вид графического экрана

- Сохраните проект с помощью иконки .

### Контрольные вопросы:

6. Опишите состав интегрированной среды разработки проекта.
7. В чем заключается метод тиражирования?
8. Какие разделы содержит редактор свойств графических элементов?

9. Для чего в графическом экране используются слои?

10. Какие группы файлов могут быть использованы в Ресурсной библиотеке?

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**«Разработка базы каналов в SCADA-системе Trace Mode 6.0»**

**Цель работы:** получить практические навыки в создании аргументов экрана, связи с OPC-сервером и в организации привязки их к каналам, а также ознакомиться с режимом эмуляции графической базы в TRACE MODE 6.0.

## 1. Редактор переменной OPC

Переменная OPC используется в случае, если монитор выступает в роли OPC-клиента. Вид редактора переменной OPC показан на рисунке 1.

Список **Режим** включает стандартные обозначения режимов обмена с OPC-сервером:

- SYNC/CACHE – синхронное чтение из кэша;
- SYNC/DEVICE – синхронное чтение из прибора;
- ASYNC/DEVICE – асинхронное чтение из приборов;
- ADVISE – получение данных от сервера «по подписке».

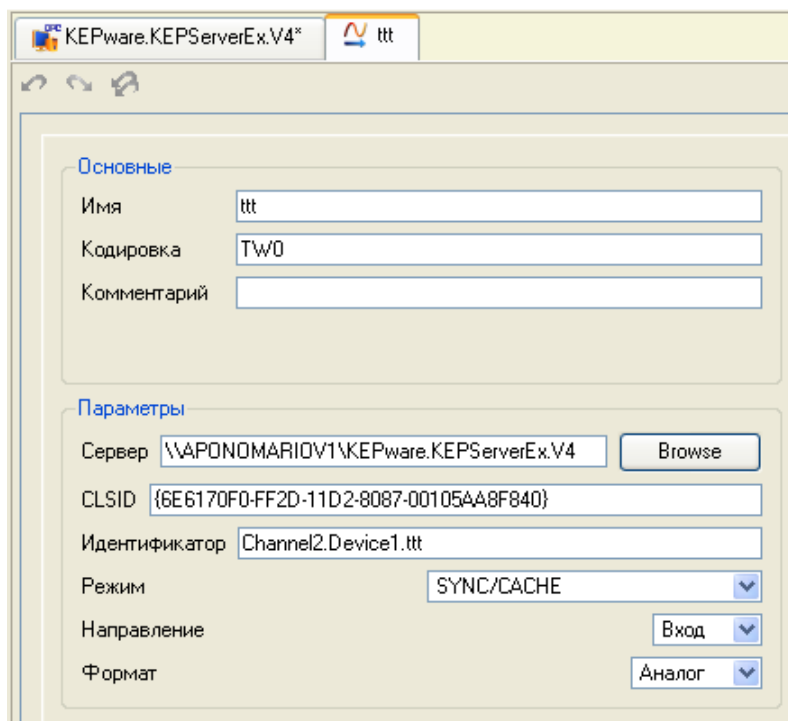


Рисунок 1 – Редактор переменной OPC



При нажатии ЛК на кнопке **Обзор** на экране появляется диалог выбора OPC-сервера и его каналов для привязки (рисунок 2):

Метод поиска OPC-серверов задается в настройках ИС.

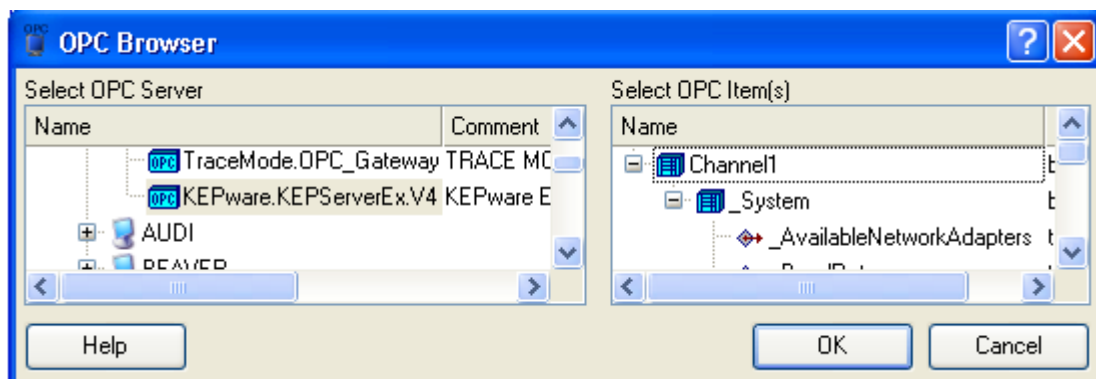





Рисунок 2 – Браузер OPC

## 2. Редактор параметров узла

Редактор узла содержит вкладки и панель инструментов (рисунок 3).

- **Панель инструментов редактора узла**



Эта панель, помимо стандартных инструментов отмены и возврата последнего действия (соответственно  и ), содержит инструмент  возврата к значениям параметров, сохраненных в файле prj.

- **Вкладки:**
  - ✓ «Основные».
  - ✓ «Архивы».
  - ✓ «Отчет тревог/Дамп/Параметры».
  - ✓ «Таймауты».
  - ✓ «Дополнительно».

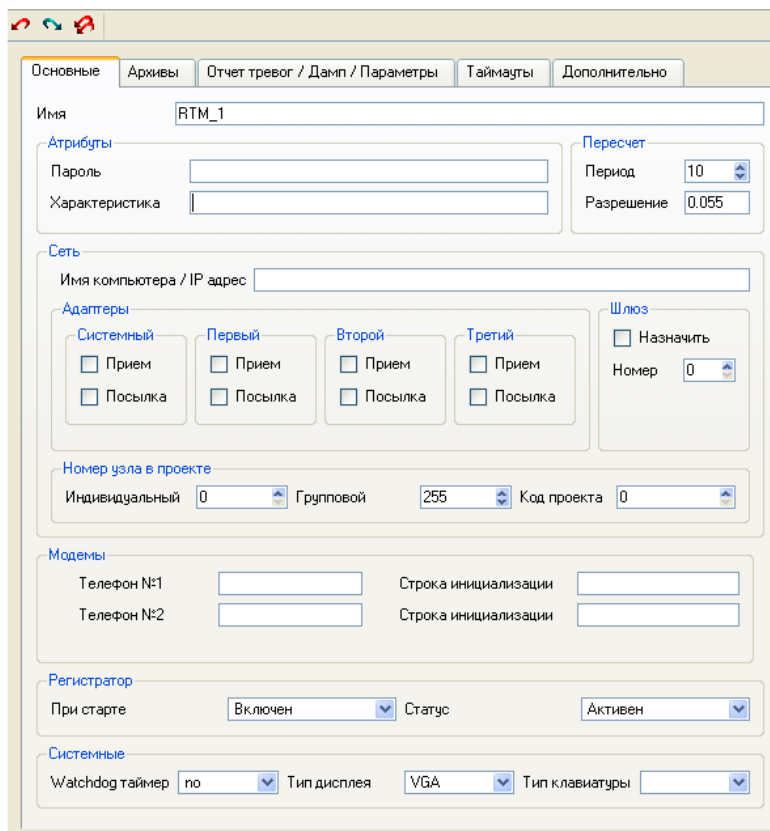


Рисунок 3 – Редактор параметров узла

### 3. Задание на выполнение лабораторной работы

Заданием предусмотрено создание, настройка каналов узла и аргументов экрана в проекте, в котором используется OPC-сервер для связи с контроллером КРОСС.

Для выполнения работы необходимо осуществить:



1. создание аргумента экрана в процессе настройки атрибутов графических элементов;
2. привязку аргумента экрана к каналу;
3. создание связи с OPC-сервером и привязка его к каналу;
4. запуск проекта в режиме эмуляции.

## 4. Методические указания и последовательность выполнения работы

### 1) Создание аргумента экрана в процессе настройки атрибутов графических элементов

- Загрузите проект, ранее созданный при выполнении лабораторной работы № 655 в **Редактор представления данных**.

Необходимо подготовить на экране вывод динамического текста для отображения численного значения какого-либо источника сигнала – внешнего или внутреннего - путем указания динамизации атрибута **Текст** ГЭ. Следует определить назначение аргумента шаблона экрана. Для этого необходимо проделать следующие действия:

- Создайте и разместите новый ГЭ  справа от ГЭ с надписью **Значение уставки** (параметры динамизации настроим позже).
- Откройте свойства вновь размещенного ГЭ.
- Двойным щелчком ЛК на строке **Текст** вызовите меню **Вид индикации**.
- В правом поле строки щелчком ЛК вызовете список доступных типов динамизации атрибута.
- Из всех предлагаемых типов выберете ЛК **Значение**, как показано на рисунке 4.
- В открывшемся меню настройки параметров динамизации (рисунок 5) выполните щелчок ЛК в правом поле строки **Привязка**.
- В открывшемся окне Свойства привязки нажмите ЛК по иконке  на панели инструментов и тем самым создайте аргумент шаблона экрана (рисунок 6).

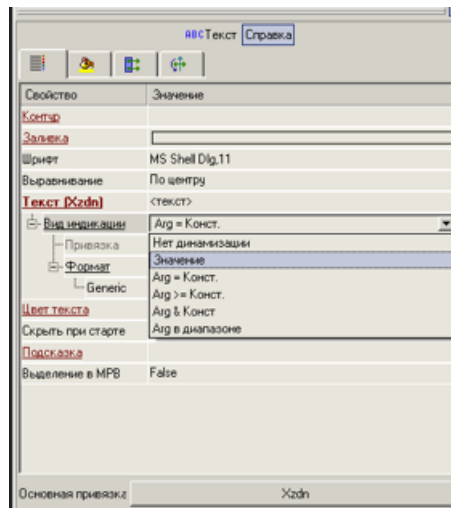


Рисунок 4 - Вид окна **Свойства объекта** при динамизации



Рисунок 5 – Меню настройки параметров динамизации

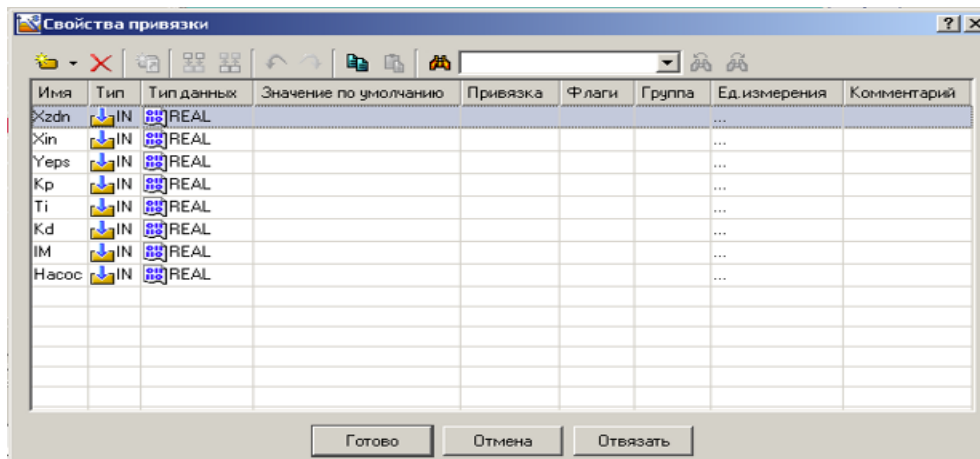


Рисунок 6 – Окно **Свойства привязки**

- Двойным щелчком ЛК выделите имя аргумента и измените его, введя с клавиатуры **Xzdn** (здесь и в дальнейшем ввод данных с клавиатуры завершается нажатием клавиши **Enter**).

- Подтвердите связь атрибута **Текст** ГЭ с данным аргументом щелчком ЛК по экранной кнопке **Готово**.
- Закройте окно свойств экрана.

Выполните такую же последовательность действий и для остальных ГЭ **Текст**, воспользовавшись методом тиражирования.

При этом привяжите аргументы шаблона экрана графических элементов **Текст** **Значение уровня E2**, **Значение ошибки**, **Kp**, **Ti**, **Kd** к аргументам с именами **Xin**, **Yeps**, **Kp**, **Ti**, **Kd** соответственно, как показано на рисунке 7.

Таким образом, графический экран будет иметь вид, показанный на рисунке 8.

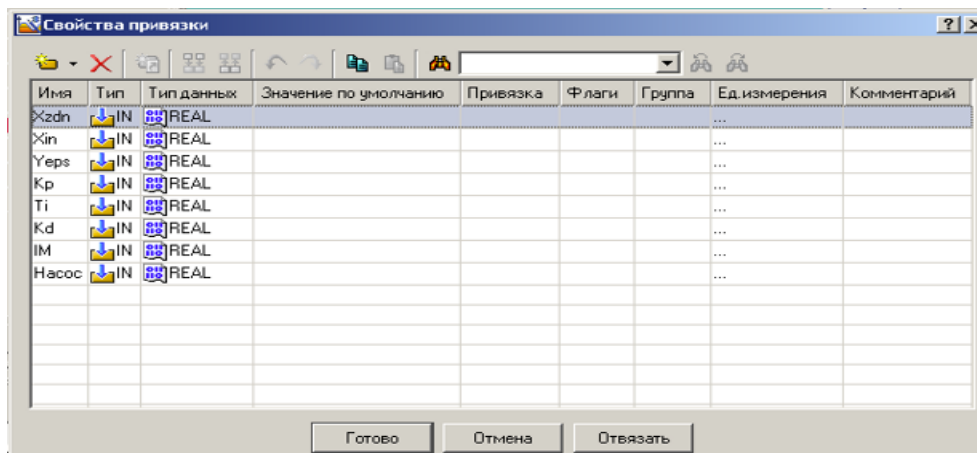


Рисунок 7 – Окно **Свойства привязки**

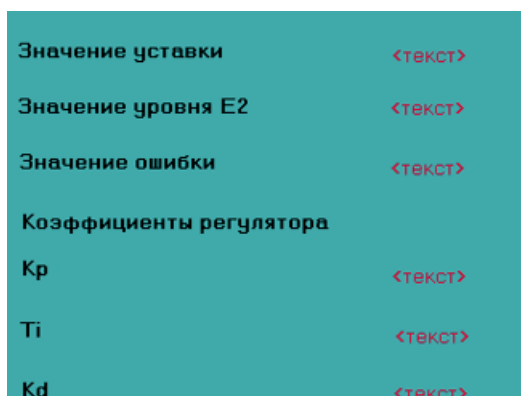


Рисунок 8 – Вид окна **Экран**

- ГЭ **Текст**, расположенный возле статического текста «**Положение ИМ**», сделайте динамическим. Для этого привяжите его к новому аргументу с именем **IM**.
- Видеоклип `fluid_flow_down_red_small` привяжите к уже созданному аргументу **Xin** и в его свойствах установите значение **True** для функции **Скрывать при старте**.
- ГЭ **Стандартный Видеоклип1** привяжите к новому аргументу с именем **nasos**, а свойства установите, как показано на рисунке 9.

Свойство	Значение
Привязка	nasos
Вид индикации	Arg = Конст.
Константа	-1
Прозрачный фон	False
Пауза	0
Подсказка	
Выделение в МРВ	False

Рисунок 9 – Привязка **Стандартного Видеоклипа1**

- Для ГЭ **Многоугольник**, расположенному по внутреннему контуру емкости E2, привяжите заливку к имеющемуся аргументу **Xin**. Для этого перейдите на вкладку **Динамическая заливка** и установите свойства, как показано на рисунке 10.

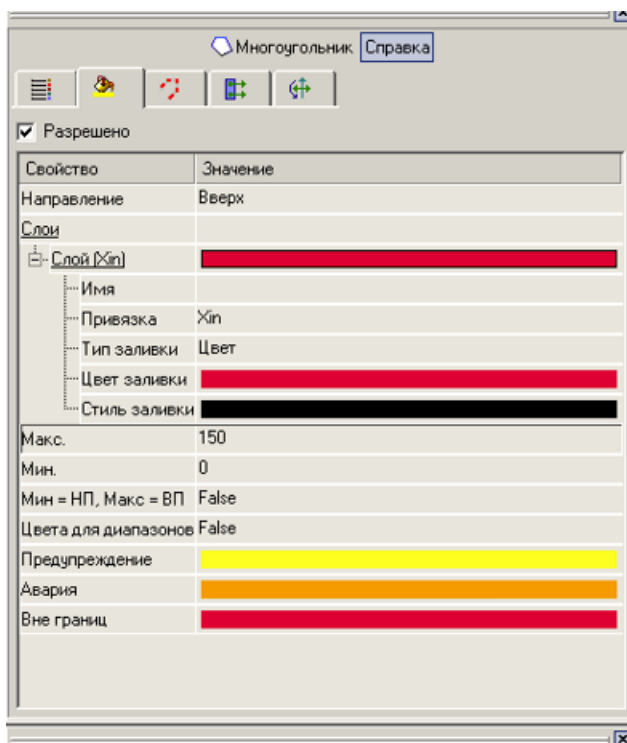



Рисунок 10 – Вид окна Динамическая заливка ГЭ Многоугольника

Теперь необходимо привязать кривые тренда к аргументам.

- Откройте свойства ГЭ Тренд и перейдем на вкладку **Кривые**  .
- Настройте для кривых привязки к существующим аргументам. Для этого нажмите ЛК на поле Привязка и в открывшемся окне **Кривую 1** привяжите к аргументу **Xzdn**, **Кривую 2** - к **Xin** и **Кривую 3** – к **Yeps**, как показано на рисунках 11, 12.

## 2) Привязка аргумента экрана к каналу

Необходимо создать по аргументам **Xzdn**, **Xin**, **Yeps**, **Kp**, **Ti**, **Kd**, **IM** и **nasos** шаблона экрана новые каналы и отредактировать привязку атрибутов канала к аргументу шаблона экрана.

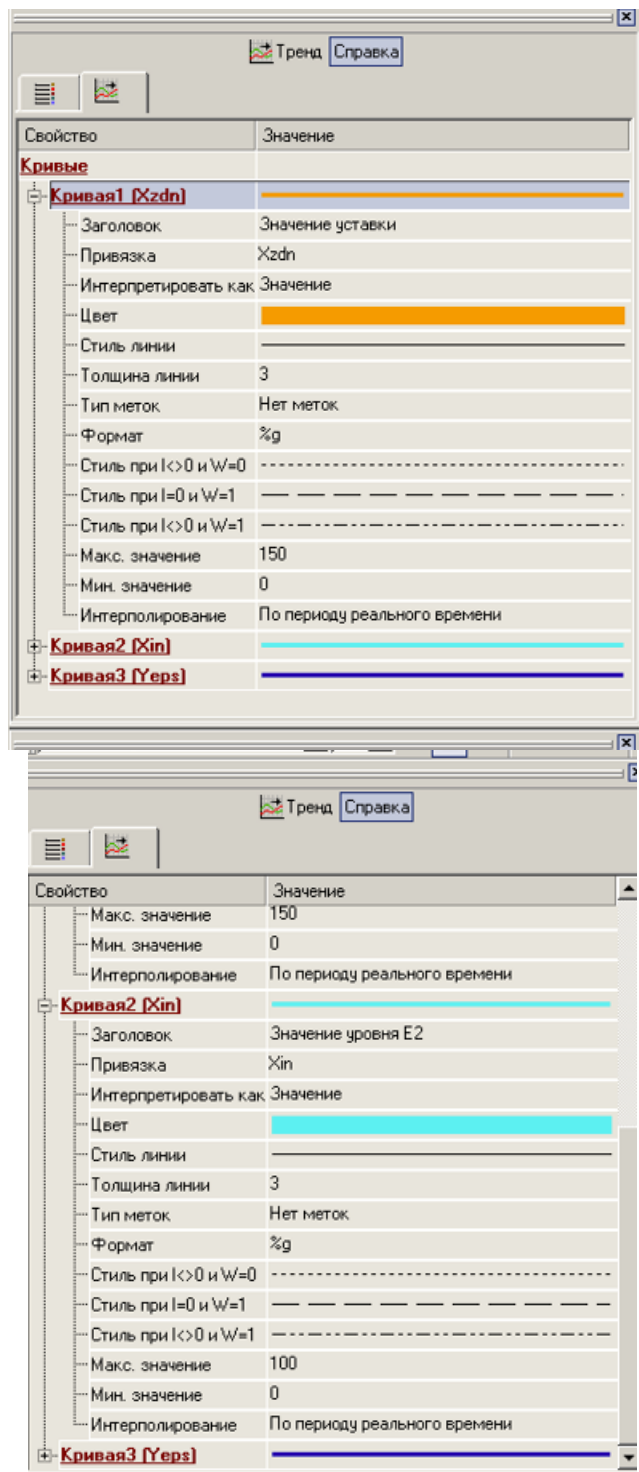


Рисунок 11 – Вид диалога свойства кривых 1,2 ГЭ Тренд



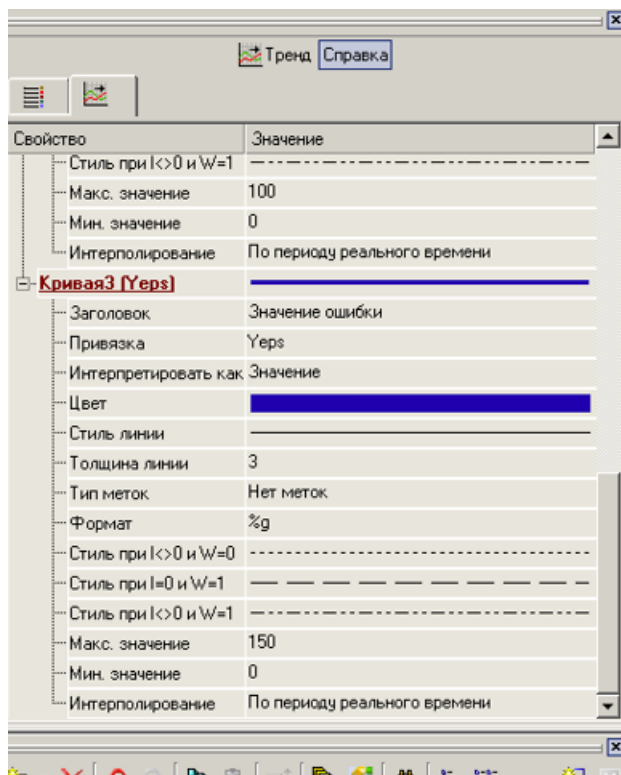



Рисунок 12 – Вид диалога свойства кривой3 ГЭ Тренд

- В слое **Система** откройте узел **RTM\_1**.
- По щелчку ПК вызовите через контекстное меню **Свойства** компонента

### Экран#1

- Выберите вкладку **Аргументы**, ЛК выделите аргумент и с помощью иконки  выполните автоподстроение канала (см. рисунок 13). Таким образом, автоматически создаются каналы, настроенные на источник.

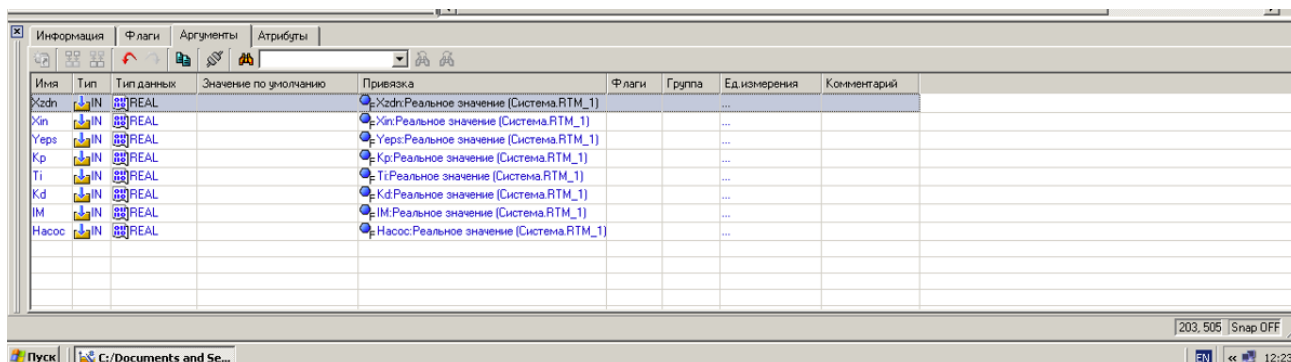


Рисунок 13 – Вид окна Свойства аргументов Экран#1

В результате, в узле RTM\_1 будут созданы каналы с именами **Xzdn**, **Xin**, **Yeps**, **Kp**, **Ti**, **Kd**, **IM** и **nasos** (см. рисунок 14).

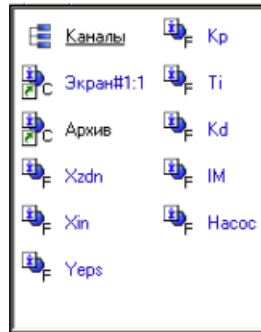


Рисунок 14 – Каналы узла **RTM\_1**

- Закройте окно свойств компонента Экран#1.

### 3) Создание связи с OPC-сервером и привязка его к каналу

Для связи между каналами и переменными в приложении ISAGRAF используется OPC-сервер контроллера КРОСС.

С помощью этого сервера из контроллера берутся значения переменных программы по средствам тэгов. В тэгах и хранятся значения переменных, с которыми необходимо связать канал.

Итак, необходимо ввести в состав проекта источник сигнала – OPC-сервер и связать его с созданным каналом.

- Откройте слой **Источники/Приемники** и через ПК создайте в нем группу компонентов **OPC**, как показано на рисунке 15.
- Двойным щелчком ЛК откройте **группу OPC\_1** и через ПК создайте в ней группу **OPC\_Сервер** (см. рисунок 16).
- Далее двойным щелчком ЛК по компоненту **OPC#1** откройте редактор OPC.

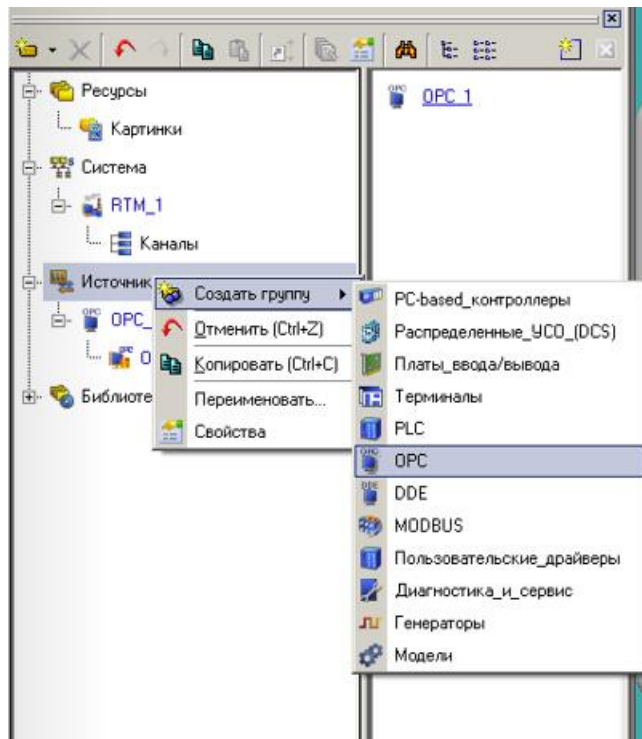


Рисунок 15 – Создание группы OPC

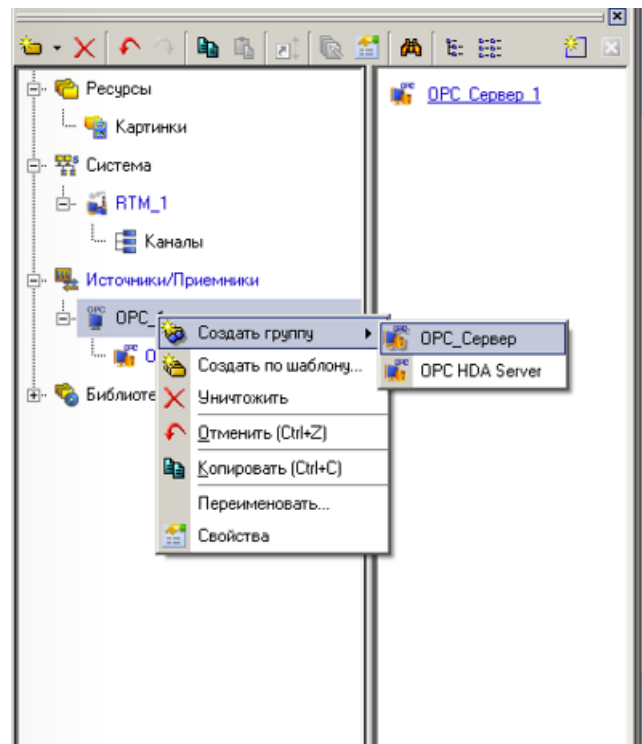


Рисунок 16 – Создание группы OPC-сервер

- Двойным щелчком ЛК откройте **группу OPC\_Сервер\_1** и через ПК создайте в ней компонент **OPC** (см. рисунок 17).
- Нажмите кнопку **Обзор** в параметрах Сервера и выберите OPC-сервер ISaGRAF.CROSS.LocalOPC и тег t8\_XZDN (см. рисунок 18).

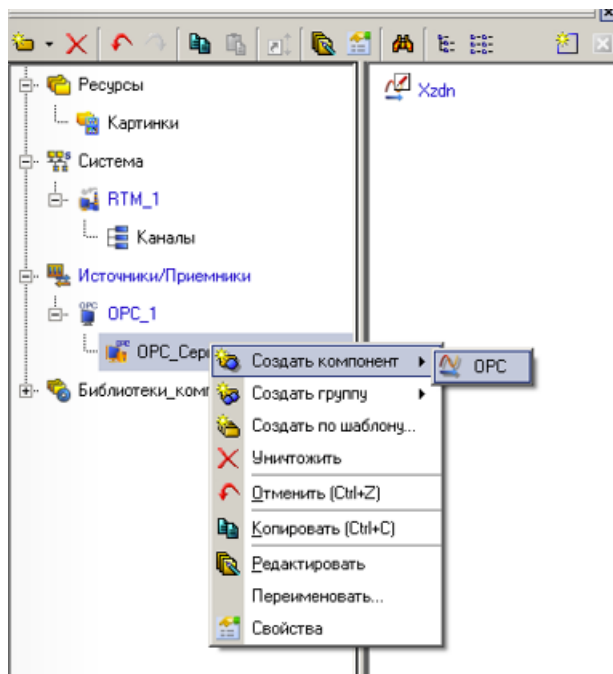


Рисунок 17 – Создание компонента OPC

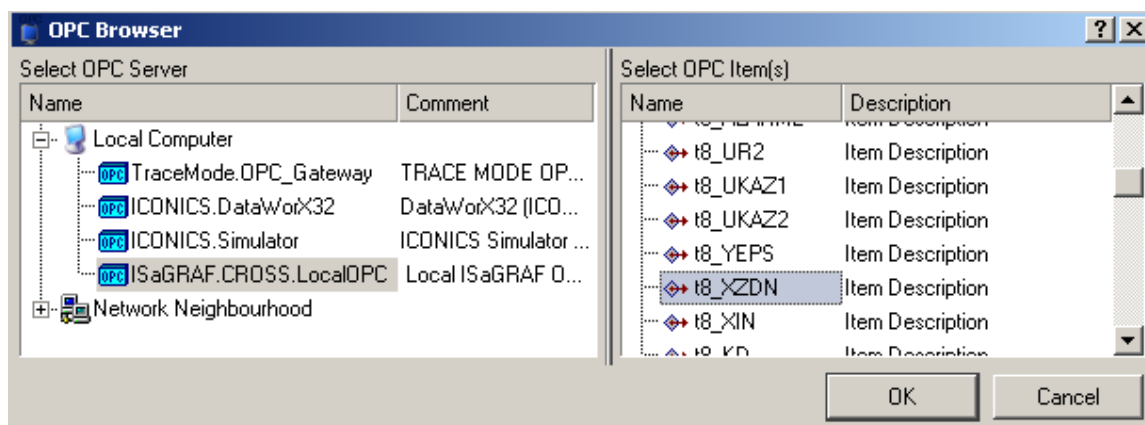



Рисунок 18 – Создание компонента OPC

- Далее в редакторе OPC-переменной измените имя на **Xzdn**, как показано на рисунке 19.
- С помощью иконки  в панели навигатора откройте дополнительно еще одно окно навигатора.
- Захватите с помощью ЛК созданный компонент **Xzdn** и, не отпуская ЛК, перетащите курсор на узел **RTM\_1** в слое **Система**, а затем, в открывшемся окне компонентов, на канал **Xzdn**. Отпустите ЛК.

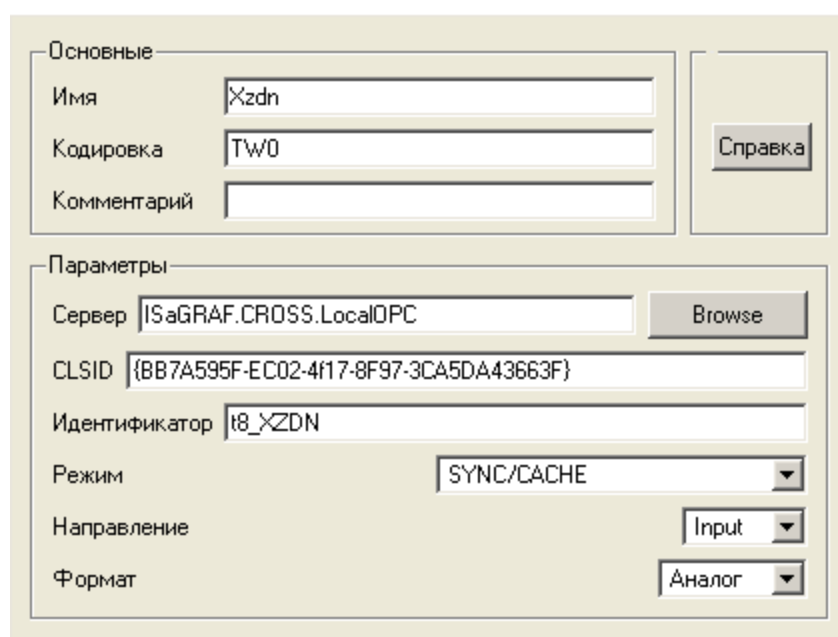


Рисунок 19 – Вид редактора переменной OPC

Таким же образом в созданной группе **OPC\_Сервер\_1** создайте компоненты OPC с именами **Xin**, **Yeps**, **Kp**, **Ti**, **Kd**, **IM** и **nasos**, привязав их к тегам следующим образом:

- ✓ **Xin** к **t8\_XIN**
- ✓ **Yeps** к **t8\_YEPS**
- ✓ **Kp** к **t8\_KP**
- ✓ **Ti** к **t8\_TI**

- ✓ **Kd** к **t8\_KD**
- ✓ **IM** к **t8\_X**
- ✓ **nasos** к **t8\_UKAZATELB**

И эти созданные **компоненты OPC** привяжите к одноименным каналам узла **RTM\_1** также путем их перетаскивания.

В результате узел **RTM\_1** будет выглядеть так, как показано на рисунке 20.

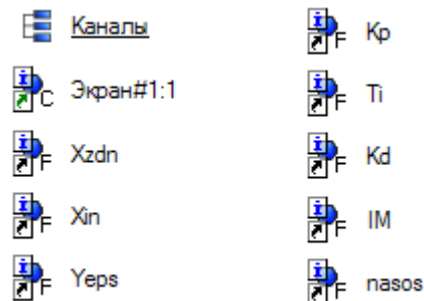





Рисунок 20 – Автопостроенные каналы узла **RTM\_1**

#### 4) **Запуск проекта в режиме эмуляции**

1. Сохраните проект с помощью иконки .
2. На инструментальной панели выберите ЛК иконку  и подготовьте проект для запуска в реальном времени.
3. Далее нужно загрузить в контроллер КРОСС и запустить на выполнение программу «**gidro**» в системе IsaGRAF.
4. Запустите OPC-сервер **ISaGRAF.CROSS.LocalOPC** (файл для запуска находится по адресу **C:\Program Files\OPC Server\crossopc.exe**).
5. Вернитесь в TRACE MODE и ЛК выделите в слое Система узел **RTM\_1**, а после, нажав ЛК иконку  на инструментальной панели, запустите режим исполнения.

### **Контрольные вопросы:**

6. Каким образом осуществляется связка элемента динамизации со значением какого-либо канала?
7. Какие разделы содержит редактор параметров узла?
8. Как осуществляется связь SCADA-системы Trace Mode с контроллером КРОСС?
9. В чем заключается процедура автопостроения канала?
10. Какие режимы обмена с OPC-сервером могут использоваться в редакторе OPC-переменной?