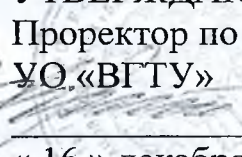


004.3
Р 17

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(УО «ВГТУ»)

УДК 681.5
№ ГР 20230751
Рег. №

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
УО «ВГТУ»

Ванкевич Е.В.
« 16 » декабря 2024 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

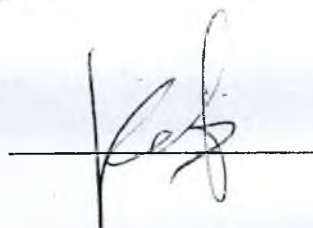
Разработать и изготовить учебно-исследовательский стенд «Автоматизация
на основе программируемого логического контроллера»
(заключительный)

2023 – Г/Б – 642

Начальник научно-
исследовательской части


В.А. Сажин

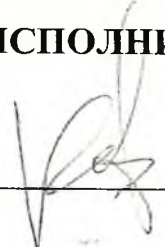
Руководитель НИР,
зав. каф. ИСиТ,
к.т.н., доц.


В.Е. Казаков

Витебск, 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
зав. кафедрой ИСиТ,
к.т.н., доц.,



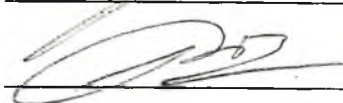
В.Е. Казаков
(введение, заключение)

Исполнители:
зав. кафедрой АПП, к.т.н.



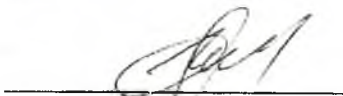
А.М. Наumenко
(раздел 1, 2)

ст. преп. каф. АПП



К.Н. Ринейский
(раздел 1, 2)

ст. преп. каф. АПП



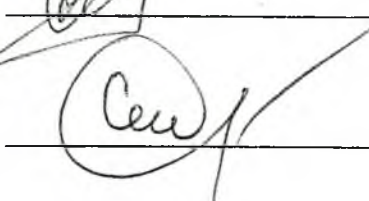
С.А. Клименкова
(раздел 1)

ст. преп. каф. ИСиТ



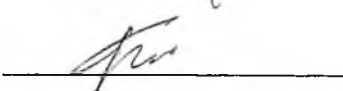
А.С. Соколова
(раздел 2)

асс. каф. АПП



А.М. Самусев
(раздел 1, 2)

асс каф. АПП



В.С. Туманов
(раздел 2)

асс. каф. АПП, аспирант



Д.А. Тёмкин
(раздел 1, 2)

Норморконтроль



А.М. Наumenко

РЕФЕРАТ

Отчет 108 с., 57 рис., 17 табл., 56 источн., 3 прил.

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД, АВТОМАТИЗАЦИЯ, КОНТРОЛЛЕР, ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС, ПЛК

Объектом исследования являлся учебно-исследовательский стенд «Автоматизация технологических процессов на основе программируемого логического контроллера».

Цель работы: разработка современного учебного исследовательского стенда для моделирования систем управления различными процессами, подготовка учебно-методических материалов для использования разработанного стенда в учебном процессе при освоении дисциплин, связанных с моделированием систем управления различными объектами и программированием микроконтроллеров.

Разработано техническое задание на НИОКР. Разработана структурная и функциональная схемы учебно-исследовательского стенда. Разработана принципиальная и монтажная схемы учебно-исследовательского стенда. Разработано 16 программных модулей для учебно-исследовательского стенда. Разработаны учебные планы преподаваемых курсов в соответствии с уровнем подготовки специалистов: ознакомительный, базовый и продвинутый. Разработана эксплуатационная документация. Разработана программа и методика испытаний. Согласно разработанной программе и методики проведены испытания стенда.

Решение поставленных задач позволяет обеспечить университет современным исследовательским и научной учебным оборудованием, а также сократит объем закупки импортного оборудования данного класса.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Проектирование образца учебно-исследовательского стенда и проведение технологических исследований.....	7
1.1 Разработка технического задания на НИОКР «Разработать и изготовить учебно-исследовательский стенд «Автоматизация технологических процессов на основе программируемого логического контроллера»	7
1.2 Проектирование структуры учебно-исследовательского стенда.....	11
1.3 Проектирование функциональной схемы учебно-исследовательского стенда	20
1.4 Разработка принципиальной и монтажной схемы учебно-исследовательского стенда	22
1.5 Разработка программных модулей учебно-исследовательского стенда	25
1.6 Разработка учебного плана преподаваемых курсов	41
2 Изготовление образца учебно-исследовательского стенда и проведение технологических исследований.....	45
2.1 Разработка эксплуатационной документации	45
2.2 Разработка программы и методики испытаний	72
2.3 Проведение приёмочных испытаний	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	101
Приложение А	107

ВВЕДЕНИЕ

Основной тенденцией последних лет в развитии высшего образования является переход к практико-ориентированному обучению как в Республике Беларусь [1], так и в Российской Федерации [2]. Использование учебно-методического оборудования в учебном процессе дает возможность закрепить знания, полученные на теоретических занятиях. Применение подобного рода стендов в учебном процессе даёт возможность студенту быстро адаптироваться к работе на предприятии после окончания университета.

В упрощенной модификации стенд может быть использован при преподавании дисциплины «Основы автоматизации производства» для непрофильных специальностей учреждений высшего образования и средних специальных учебных заведений.

При обучении инженерного специалитета в условиях современного технологического производства в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» высокую степень играет формирование навыков «быстрой» адаптации специалистов и систем управления под меняющуюся структуру и логику производственного процесса.

В связи с этим, требуются специалисты по разработке и корректировке программного обеспечения промышленных систем управления с навыками как разработки сложных программно-технических комплексов на основе ПЛК так и способных к быстрому принятию решений и корректировке исполняемых программ на «полевом» уровне (в режиме работающего производства и при проведении пуско-наладочных работ).

Данные задачи могут быть решены в условиях практикоориентированной подготовки учащихся с использованием лабораторно-технического оборудования, макетирующего производственные системы управления.

Немаловажным фактором современного производства, так же является

тренд импортозамещения управляющих систем.

Все выше сказанное укладывается в общую концепцию разрабатываемого учебно-лабораторного стенда «Автоматизация технологических процессов на основе программируемого логического контроллера».

1 Проектирование образца учебно-исследовательского стенда и проведение технологических исследований

1.1 Разработка технического задания на НИОКР «Разработать и изготовить учебно-исследовательский стенд «Автоматизация технологических процессов на основе программируемого логического контроллера»

Техническое задание (ТЗ) является обязательным документом для организаций заказчика, головного министерства исполнителя работы, головного исполнителя и организаций, участвующих в выполнении работы.

ТЗ – исходный документ заказчика на выполнение НИР или ОКР по созданию образца изделия, устанавливающий комплекс требований к ней, а также к содержанию, объему и срокам проведения работ.

Требования по построению, содержанию оформлению, порядку согласования и утверждения ТЗ на НИР и ОКР установлены в ГОСТ РВ 15.101-95 и ГОСТ 15.201-83 соответственно.

ТЗ разрабатывает заказчик или НИУ заказчика по его указанию. Основанием для разработки ТЗ являются долгосрочные планы НИОКР, решения Правительства или соответствующего министерства.

ТЗ разрабатывается на основе стандартов, результатов предварительных исследований (НИР, аванпроекты), патентных исследований и перспектив развития отечественной и зарубежной науки и техники, опыта предыдущих разработок аналогичных средств и эксплуатации существующих образцов.

Цель проекта: повышение качества подготовки специалистов для наукоемких отраслей промышленности, за счет повышения уровня научных исследований и учебного процесса.

Назначение стенда: формирование устойчивых навыков и знаний по направлениям – эксплуатация приборной автоматики построенной на основе

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Казакевич, И. Ч. Практико-ориентированное обучение в системе высшего образования Республики Беларусь / И. Ч. Казакевич, А. Н. Колозина // Качество образовательного процесса: проблемы и пути развития = Quality of the educational process: challenges and ways of development : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 30 апреля 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Ю. Е. Кулешов [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – С. 55–57.

2. Птухина, И. В. Роль практико-ориентированного обучения в системе классического высшего образования / И. В. Птухина. - Текст: электронный // Весенние дни науки: сборник докладов Международной конференции студентов и молодых ученых (Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 г.). - Екатеринбург: УрФУ, 2021. - С. 678-680.

3. Разработка лабораторного стенда "Управление и настройка автоматики фирмы OWEN" / В. Е. Казаков [и др.] // Материалы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО "ВГТУ". - Витебск, 2022. - Т. 2. - С. 11-13.

4. SCADA-система контроля температуры / А. М. Самусев [и др.] // Материалы докладов 53-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО "ВГТУ". - Витебск, 2020. - Т. 2. - С. 29-32.

5. Планирование потребностей в материалах [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2099463/page:2/>. – Дата доступа: 05.06.2022.

6. ГОСТ 21.208-2013 Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://dikipedia.ru/document/5344634>. –Дата доступа: 07.06.2022.

7. ПЛК210 контроллер для средних и распределенных систем автоматизации [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://owen.ru/product/plk210> Дата доступа: 06.06.2022.

8. Модули дискретного ввода/вывода (Ethernet) МК210 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://owen.ru/product/moduli_diskretnogo_vvoda_vivoda_ethernet. – Дата доступа: 07.06.2022.

9. Модули аналогового вывода (Ethernet) МУ210-502 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://owen.ru/product/moduli_analogovogo_vivoda_ethernet_mu210. – Дата доступа: 07.06.2022.

10. ВП110 сенсорная web-панель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://owen.ru/product/vp110>. – Дата доступа: 07.06.2022.

11. Ермаков А.Н., Золотухин Ю.Н., Сердюков О.В. и др. Бортовой комплекс для сбора и обработки данных при испытаниях автомобильных систем торможения // Системы автоматизации для промышленности / Автометрия. - 1994. - №3. - С. 99-106.

12. Venture Development Corporation, The worldwide market for Industrial Automation // Embedded/Real-Time Application Reports 1997, 1998, 1999, 2000, 2001.

13. Гэри А. Минтчелл Ethernet в системах управления производственными процессами // Мир компьютерной автоматизации. 2000. - №4. - С. 4852.

14. Жуков С. Реализация «горячей замены» устройств CompactPCI в среде Windows 2000 // Мир компьютерной автоматизации. 2000. - №4 - С. 5560.

15. Информационная технология: Рекомендации Р50-34.119-90. Архитектура локальных вычислительных сетей в системах промышленной автоматизации. М.: Госстандарт, 1991.

16. Деревяго Е. Инструментальные средства создания компьютеризированных систем высокой готовности // Мир компьютерной автоматизации. 2001. - №3. - С. 26-28.

17. Надежность автоматизированных систем управления / Под ред. Хетагурова Я.А. М.: Высшая школа, 1979.

18. Сердюков О.В., Кузнецов В.И., Кулагин С.А. и др. Системы управления с высоким коэффициентом готовности на основе MIF-контроллеров // Мир компьютерной автоматизации. 2001. - №1. - С. 62-67.

19. Сердюков О.В. Контроллеры для автоматизации крупных промышленных объектов // Датчики и Системы. 2000. - №3. - С. 2-10.

20. Ермаков А.Н., Сердюков О.В., Кулагин С.А. и др. Архитектура контроллеров с последовательной внутренней шиной // Доклад. -ИСТ2000.-С. 96-101.

21. Сердюков О.В., Бржазовский А.Ю., Тимошин А.И. и др. Что дают идеи открытых систем при проектировании технических средств автоматизации // Приборы и системы управления. 1997. - №1. - С. 2-6.

22. Serdyukov O.V., Kulagin S.A., Ermakov A.N. et al. High performance Instrumentation for a Car Electronics Design // Мат-лы конф. Vvconex94 "VMEbus and VXibus SYSTEMS in INDUSTRY and RESEARCH", 31 мая - 3 июня 1994 г. - М., Россия, 1994.

23. Верзаков Г.Ф., Киншт Н.В., Рабинович В.И., Тимонен Л.С. Введение в техническую диагностику. Москва. - 1968. - 224 с.

24. Serdyukov O.V., Kulagin S.A., Kuznetsov V.I. A.N. et al. Controller architecture with a serial internal bus // Control Engineering ONLINE // <http://www.controleng.com/ch-pcbased/e-news/pcb0301 a.asp>. 2001

25. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы.// Учебник СПб: Изд-во «Питер», 2000.

26. Цапенко М.П. Измерительно-информационные системы. Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование. Учебное пособие для ВУЗов. 2-е изд М.: Энергоиздат, 1985.

27. Зюбин В.Е. Проектирование алгоритмов работы микроконтроллеров. Приборы и системы управления. 1998. - №1.

28. Черняк Л. Сети промышленных контроллеров // Открытые системы.

-2001. -№5-6.

29. Прохоров Н.Л., Шкамарда А.Н., Нифонтов Ю.В. Новое семейство управляемых вычислительных комплексов СМ1820М // Датчики и системы. №1. 2000.

30. Гревцов В.В., Страшун Ю.П., Бабанов И.И. и др. Семейство программируемых промышленных контроллеров СМ1820М. ПК // Датчики и системы. 2000. - №1.

31. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC. Под ред. У. Томкинса, Дж. Уэбстера // М.: Мир, 1992.

32. Рыбаков А.Н. Шина PCI в специальных приложениях // Приборы и системы управления. 1999. - №6.

33. Звягинцев А.М., Красников А.Л., Курносоев Н.М. и др. Полевая шина «FIELD BUS» новая перспектива в автоматизации управления технологическими процессами // Датчики и системы. - 1999. - №7-8.

34. Синенко О., Куцевич Н., Леныш В. Об интеграции АСУП и АСУ ТП в единую систему управления предприятием. ЗАО «РТСофт», Москва // Промышленные контроллеры и АСУ. 2000. - №10.

35. Куцевич Н.А. Factory Suite 200 - комплексный инструментальный следующего поколения // Мир компьютерной автоматизации. - 1998. - №4.

36. Шкамарда А.Н., Страшун Ю.П., Плахов Л.М. Программно-технические комплексы СМ1820М для создания систем автоматизации в промышленности // Датчики и системы. 2000. - №1.

37. Основы современных компьютерных технологий: Учебное пособие (под ред. Проф. Хомоненко А.Д.), СПб: Корона, 1998.

38. В. Эйзенбарт Промышленные шины для систем автоматизации // Мир компьютерной автоматизации. 1998. - №3.

39. Егоров Г.А., Матиков С.Г., Столяр Л.Н., Шмудкулис В.И. Особенности реализации операционной системы реального времени UNIX // Мир компьютерной автоматизации. 1995. - №2.

40. Ашок Гупта, Ричард Каро FOUNDATION FIELD BUS или

PROFIBUS-PA: выбор промышленной сети для автоматизации технологических процессов // Современные технологии автоматизации. 1999. - №3.

41. Плахов Л.М., Шкамарда А.М., Нифонтов Ю.В. Системные применения программно-технических комплексов CM1820M // Датчики и системы. -2000.-№1.

42. Джон Берра Реальные возможности полевой шины Fieldbus // Приборы и системы управления. 1997. - №4.

43. Сердюков О.В., Кузнецов В.И., Кулагин С.А. и др. Сетевые многофункциональные контроллеры // Промышленные АСУ и контроллеры. 2002. - №9. - С. 50-54.

44. В.Э.Дрейзин, И.Н.Шишков. Проблемы создания АСУТП на базе современных программно-технических комплексов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2002. № 12.

45. Бажанов В.Л. Автоматика на производственном предприятии // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2000. № 7.

46. Ицкович Э.Л. Особенности микропроцессорных программно-технических комплексов и их выбор для конкретных объектов // Приборы и системы управления. 1997. №8.

47. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.: Невский диалект. 2001.

48. Говоров А.А / Микропроцессорные контроллеры в автоматических системах регулирования. М.:Энергоатомиздат, 1999.

49. Управляющие вычислительные комплексы: Учеб. пособие / Под ред. Н.Л. Прохорова. -М.:Финансы и статистика, 2003.

50. Татаренко Ю.И. Индустриальное проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами / Специальность 05.13.05. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. 1995.

51. Сташин В.В, Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. / Проектирование

цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах.
М.: Энергоатомиздат, 1990.

52. Сальников С.Н. / Программирование микроконтроллеров в системах автоматического управления М.: Энергоатомиздат, 1999.

53. О.В. Сердюков. А.Н. Тимошин, С.А. Кулагин и др. Идеи открытых систем в разработках промышленных контроллеров // Промышленные АСУ и контроллеры. 2002. № 11.

54. Румянцев Е.Н. Единая концепция создания АСУТП на базе контроллеров от разных производителей // Промышленные АСУ и контроллеры. 2002.12.

55. Дж. Уикзер. Соединяемость: интеллектуальные датчики или интеллектуальные интерфейсы // Датчики и Системы. 2002. №10.

56. Перцовский М.И. Системы промышленной и лабораторной автоматизации // Промышленные АСУ и контроллеры. 2001. № 1.