

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФВТ
Л.Р. Фионова
« 15 » июня 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
М1.2.12.2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМ
АВТОМАТИКИ

Направление подготовки: 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Магистерская программа: «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

Квалификация (степень) выпускника магистр

Форма обучения очная

Пенза 2015

1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины является формирование у магистрантов необходимых знаний и умений по проектированию современных распределенных систем управления (РСУ) на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК) в системах автоматизации различного назначения; создание у магистрантов представления о современных аппаратных средствах реализации распределенных систем управления различного уровня; обучение магистрантов методам разработки программного обеспечения РСУ при разработке эффективных систем управления технологическими процессами; привитие магистрантам навыков самостоятельно реализовывать в РСУ типовые узлы дискретного управления, а также построенные на их базе системы управления; формирование у магистрантов навыков отладки схем дискретного управления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

2.1. Дисциплина входит в вариативную часть блока М1 программы подготовки магистров по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» и базируется на следующих курсах: «Верификация программного обеспечения», «Управление параллельными процессами и ресурсами в вычислительных системах», «Проектирование встроенных систем на микроконтроллерах».

Дисциплина является предшествующей для выпускной работы.

2.2. Минимальные требования к «входным» знаниям, необходимым для успешного усвоения данной дисциплины - удовлетворительное усвоение программ по следующим разделам указанных выше дисциплин:

- «Верификация программного обеспечения» - верификация конечных автоматов;
- «Управление параллельными процессами и ресурсами в вычислительных системах» - автоматное представление управляющих программ;
- «Проектирование встроенных систем на микроконтроллерах» - принципы построения встроенных систем управления.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-8	Обладать способностью проектировать распределенные информационные системы, их компоненты и протоколы их взаимодействия.	Знать основные артефакты проектирования стандарта IEC 61499 для построения распределенных систем управления.
		Уметь разрабатывать программы для ПЛК, ориентированных на стандарт IEC 61499, для построения распределенных систем управления.
		Владеть основами проектирования распределенных систем управления на основе функциональных блоков.

ПК-11	Обладать способностью формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и (или) программных средств вычислительной техники	Знать методы инженерного творчества, позволяющие выбрать оптимальную структуру, режимы работы и принципы функционирования распределенных систем на ПЛК.
		Уметь идентифицировать и описывать системы автоматизации гетерогенной структуры, иерархически структурировать управление в соответствии со структурой объекта управления, выбирать необходимый математический аппарат и средства проектирования.
		Владеть навыками системного подхода к проектированию сложных управляющих систем различного назначения и разных предметных областей.
ПК-15	Обладать способностью к созданию программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов.	Знать архитектуру и принципы функционирования ПЛК; языки программирования ПЛК; методы формализованного описания и проектирования систем управления на основе ПЛК; основные приемы программирования ПЛК.
		Уметь производить для конкретного применения и заданного алгоритма управления программирование ПЛК и отладку программ как в режиме симуляции на компьютере, так и на реальном контроллере.
		Владеть навыками отладки программ ПЛК в инструментальной системе nxtOne, навыками разработки компонентов визуализации техпроцессов в инструментальной системе nxtOne.
ПК-17	Обладать способностью к организации промышленного тестирования создаваемого программного обеспечения.	Знать основные методы и средства верификации программ ПЛК, назначение и функциональные возможности промышленных верификаторов.
		Уметь разрабатывать простейшие SMV-модели для формальной верификации методом Model Checking.
		Владеть навыками отладки и тестирования программ ПЛК в современных системах программирования ПЛК.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Проектирование распределенных систем автоматики»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успе- ваемости (по неделям семестра)						
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных твор- ческих работ	курсовая работа (проект)
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)							
1	Раздел 1. Проектирование функциональных блоков в среде nxtOne						15		54									
2	Тема 1.1. Изучение инструментального комплекса nxtOne						2		9				2					
3	Тема 1.2. Разработка базисного функционального блока в nxtOne						3		9				3					
4	Тема 1.3. Разработка алгоритмов на языке ST						2		9				4					

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

4.2.1. Перечень и содержание лабораторных занятий.

№ п/п	№ разделов	Наименование лабораторных работ	Кол. ч.
1	1.1	Изучение инструментального комплекса nxtOne	2
2	1.2	Разработка базисного функционального блока в nxtOne	3
3	1.3	Разработка алгоритмов на языке ST	2
4	1.4	Разработка составного функционального блока в nxtOne	4
5	1.5	Разработка САТ-блоков в nxtOne	4
6	2.1	Изучение инструментального комплекса FBDK	4
7	2.2	Изучение коммуникационных функциональных блоков в FBDK	4
8	3.1	Изучение верификатора SMV	4

5. Образовательные технологии

5.1 Чтение лекций по дисциплине может проводиться с использованием мультимедийного компьютерного проектора.

5.2. В лабораторном практикуме используются компьютерные технологии - средства вычислительной техники (персональные компьютеры) и современное программное обеспечение: системы программирования ПЛК nxtOne и FBDK, верификатор nuSMV..

5.3. В лабораторном практикуме могут использоваться Интернет-технологии, в частности, для выполнения информационно-поисковых работ.

5.4. В лабораторном практикуме могут использоваться методы коллективной работы и решения задач (например, обсуждение за круглым столом, мозговой штурм и т.п.).

5.5. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей Интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1.1	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение международного стандарта	[1,2]	9

			IEC 61499 и инструментального комплекса nxtOne		
2	1.2	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение базисных функциональных блоков IEC 61499	[1,2]	9
3	1.3	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение языка ST	[1,2]	9
4	1.4	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение составных функциональных блоков IEC 61499	[1-3]	9
5	1.5	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение технологии создания САТ-блоков	[1-3]	9
6	1.6	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение инструментального комплекса FBDK	[4]	9
7	2.1	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение коммуникационных функциональных блоков	[1,5]	9
8	3.1	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучение языка SMV	[6]	9
9	Зачет	Подготовка к зачету		[1-6]	9
10	ИТОГО				81

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Планируются следующие виды самостоятельной работы (внеаудиторной) относятся:

- подготовка к лабораторным занятиям,
- оформление отчётов по лабораторным работам,
- подготовка к зачету;
- изучение рекомендованной литературы при подготовке к зачету.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые разделы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: собеседование при защите лаб. заданий Зачет	Раздел 1	ПК-8, ПК-11, ПК-15
2	Текущий: собеседование при защите лаб. заданий Зачет	Раздел 2	ПК-8, ПК-11, ПК-15
3	Текущий: собеседование при защите лаб. заданий Зачет	Раздел 3	ПК-17

Контроль освоения компетенции выполняется:

– для компетенции (ПК-8) – путём оценки способности студентов формулировать суть распределенного управления, его преимущества, продемонстрировать знания в области промышленных сетей, комплексирования систем автоматизации на основе сетевых решений, использования нового стандарта IEC 61499 для построения распределенных систем управления;

– для компетенции (ПК-11) - путём оценки способности студентов составлять технические задания и находить технические решения в ситуации с неполной информацией, использование глубинных знаний, метода аналогий, способности к индуктивным, дедуктивным и абдуктивным рассуждениям;

– для компетенции (ПК-15) – путём оценки способности студентов идентифицировать в замкнутой распределенной автоматизированной системе управляющую часть и объект управления, взаимосвязь между ними, формально описывать алгоритмы управления и представлять их с помощью языков программирования ПЛК, отлаживать управляющие программы в системах программирования ПЛК;

– для компетенции (ПК-17) путём оценки способности студентов формулировать цели и задачи верификации, доказываемые свойства системы, моделирования программ ПЛК на языке SMV.

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Структура систем управления. Объект управления. Взаимосвязь системы управления и объекта управления.
2. Основные понятия о ПЛК. Стандарт IEC 61131-3.
3. Структура ПЛК. Типы входов и выходов. Режим реального времени.
4. Фазы рабочего цикла. Время реакции.
5. Системное и прикладное программное обеспечение ПЛК.

6. Структура программного обеспечения ПЛК. Задачи. Ресурсы. Конфигурация.
7. Стандарт IEC 61499 для построения распределенных систем управления. Основные артефакты проектирования в IEC 61499.
8. Отличие IEC 61499 от IEC 61131-3. Преимущества IEC 61499.
9. Базисные функциональные блоки (ФБ) стандарта IEC 61499.
10. Представление алгоритмов в базисных ФБ. Язык ST.
11. Диаграмма OSM и семантика базисного ФБ.
12. Составные функциональные блоки (ФБ) стандарта IEC 61499.
13. Сервисные интерфейсные функциональные блоки стандарта IEC 61499.
14. Коммуникационные функциональные блоки стандарта IEC 61499.
15. Ресурсы и устройства IEC 61499.
16. Модели выполнения функциональных блоков.
17. Проблема портбельности функциональных блоков.
18. Методы описания и моделирования систем функциональных блоков.
19. Язык UML-FB.
20. Онтология систем функциональных блоков.
21. Примеры систем управления на основе IEC 61499.
22. Промышленные сети: основные понятия
23. Промышленная сеть Modbus.
24. Промышленная сеть CAN, виды кадров, механизм контроля ошибок, протоколы высокого уровня CAN.
25. Методы формализованного описания программ ПЛК.
26. Верификация программ ПЛК. Методы верификации. Метод Model checking.
27. Промышленные верификаторы. Язык и система SMV.
28. Моделирование функциональных блоков на языке SMV.

Примерный перечень вопросов для собеседования

Вопросы к лабораторной работе 1

1. Какой фирмой разработан комплекс nxtOne?
2. Назовите основные составные части nxtOne.
3. Какие виды сред выполнения в nxtOne вы знаете?
4. Какие возможности по визуализации техпроцесса заложены в nxtOne?
5. Перечислите наиболее известные инструментальные системы программирования ПЛК по стандарту IEC 61499 (помимо nxtOne).
6. Перечислите основные окна и основные пункты человеко-машинного интерфейса (HMI) в системе nxtOne.
7. Какие видов сигналов определяются при взаимодействии системы управления и объекта управления?
8. Укажите место ПЛК в интегрированной информационной системе управления предприятием (определите верхний и нижний уровни).
9. Определите достоинства и недостатки ПЛК по сравнению с микроконтроллерами.
10. Какие отечественные ПЛК вы знаете?

Вопросы к лабораторной работе 2

1. Как определяется базисный ФБ?
2. Какие типы входов и выходов различаются у базисного ФБ?
3. Перечислите фазы рабочего цикла базисного ФБ.
4. Что такое диаграмма ЕСС?
5. Что такое диаграмма OSM?

6. Определите модели выполнения базисного ФБ.
7. Что такое WITHN-связь?
8. Может ли информационный вход быть не связанным WITHN-связью с событийным?
9. Может ли быть тупиковое состояние в диаграмме ЕСС и при каких условиях?
10. Сколько ЕС-акций может быть присоединено к ЕС-состоянию?

Вопросы к лабораторной работе 3

1. Какие виды языков программирования для кодирования алгоритмов базисных ФБ вы знаете? Перечислите их.
2. Назовите основные управляющие конструкции языка ST.
3. Дайте краткую характеристику языку ST.
4. Перечислите основные операторы языка ST.
5. Определите синтаксис выражений языка ST.
6. Опишите семантику оператора множественного выбора CASE.
7. Опишите, как использовать для итераций рабочий цикл ПЛК.
8. Сколько алгоритмов может быть присоединено к ЕС-состоянию?
9. В каком порядке выполняются алгоритмы в ЕС-состоянии?
10. Может ли быть использован в алгоритмах язык, отличный от ST?

Вопросы к лабораторной работе 4

1. Как определяется составной ФБ?
2. Какие типы входов и выходов различаются у составного ФБ?
3. Перечислите фазы рабочего цикла составного ФБ.
4. Определите модели выполнения составного ФБ.
5. Что такое WITHN-связь?
6. Может ли информационный выход быть не связанным WITHN-связью с событийным?
7. Как производится связь экземпляров ФБ с их типами?
8. Чем отличается составной ФБ от субприложения?
9. Чем определяется функциональность составного ФБ?
10. Можно ли разместить содержимое составного ФБ на нескольких ресурсах? А в случае субприложений?

Вопросы к лабораторной работе 5

1. Как определяется САТ-блок?
2. Какие типы входов и выходов различаются у САТ-блока?
3. Перечислите фазы рабочего цикла САТ-блока.
4. Определите модели выполнения САТ-блока.
5. Что такое WITHN-связь?
6. Чем определяется функциональность САТ-блока?
7. Для каких целей используется САТ-блок?
8. Входит ли определение САТ-блока в стандарт IEC 61499?
9. В каких инструментальных системах используются САТ-блоки?
10. На каком языке программирования определяется функциональность САТ-блока?

Вопросы к лабораторной работе 6

1. Какой фирмой разработан комплекс FBDK? Кто ее автор?
2. Назовите основные составные части FBDK.
3. Какие виды сред выполнения в FBDK вы знаете?
4. Какие возможности по визуализации техпроцесса заложены в FBDK?

5. Перечислите наиболее известные инструментальные системы программирования ПЛК по стандарту IEC 61499 (помимо FBDK).
6. Перечислите основные окна и основные пункты человеко-машинного интерфейса (HMI) в системе FBDK.
7. Какая модель выполнения ФБ используется в FBDK?
8. Допускаются ли циклы в сети ФБ?
9. На каком языке программирования предпочтительно писать внешние алгоритмы и почему?
10. Назовите преимущества и недостатки FBDK по сравнению с другими моделями.

Вопросы к лабораторной работе 7

1. Как определяется сервисный интерфейсный ФБ (СИФБ)?
2. Какие типы входов и выходов различаются у СИФБ?
3. Перечислите фазы рабочего цикла СИФБ.
4. Определите модели выполнения СИФБ.
5. Что такое WITH-связь?
6. Может ли событийный выход быть «висячим»?
6. Чем определяется функциональность СИФБ?
7. Какие функции выполняет СИФБ в системе?
8. Перечислите типы коммуникационных ФБ.
9. Какой протокол используется в блоках CLIENT/SERVER?
10. Какой протокол используется в блоках PUBLISH/SUBSCRIBE?

Вопросы к лабораторной работе 8

1. Чем отличается верификация от программирования? В чем ее преимущества и недостатки?
2. Перечислите методы верификации аппаратного и программного обеспечения.
3. В чем суть метода Model checking?
4. Что такое «бинарные диаграммы решений» (BDD) и для чего они используются?
5. С помощью каких средств формулируются требования в методе Model checking?
6. Какие верификаторы поддерживают метод Model checking?
7. Что такое SAT-метод?
8. Опишите функциональные возможности верификаторов Cadence SMV и nuSMV.
9. Опишите контекст использования предложений TRANS.
10. Что такое структура Крипке?

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

1. Борисов А.М., Нестеров А.С., Логинова Н.А. Программируемые устройства автоматизации: Учебное пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 186 с. ЭБС "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/resource/558/77558>
2. Бойков В.И., Болтунов Г.И., Мансурова О. К. Интегрированные системы проектирования и управления: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 162 с. ЭБС "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/resource/246/73246>

7.2. Дополнительная литература

3. Романов В.П. Методика автоматного программирования при создании управляющих программ для программируемых логических контроллеров S7 фирмы Siemens: Учебно-

методическое пособие. - Новокузнецк: НОУ "РЦПП "Евраз - Сибирь", 2011. - 43 с. ЭБС "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/resource/659/76659>

4. Втюрин В.А. Компьютерные технологии в области автоматизации и управления. Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2011. – 103 с. ЭБС "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/resource/063/77063>

5. Вельдер С. Э., Лукин М. А., Шалыто А. А., Яминов Б. Р. Верификация автоматных программ. СПбГУ ИТМО, 2011. – 242 с. ЭБС "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/resource/817/72817>

7.3. Интернет-ресурсы

6. Сайт «Средства и системы компьютерной автоматизации» <http://asutp.ru/>

7. Сайт «Официальный форум пользователей CoDeSys». – Режим доступа: <http://forum-ru.3s-software.com/>

8. Сайт «Энциклопедия АСУ ТП» <http://www.bookasutp.ru/>

9. Электронный ресурс: Дубинин, В. Н. Модели функциональных блоков ИЕС 61499, их проверка и трансформации в проектировании распределенных систем управления : моногр. / В. Н. Дубинин, В. В. Вяткин. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2012. – 350 с. https://drive.google.com/open?id=0B1_0eFPTb3VXaTdmcXdJWm1naHc

10. Сайт фирмы nxtControl <http://www.nxtcontrol.com/en>

11. Сайт FBDK <http://holobloc.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

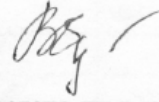
Лабораторные занятия проводятся в классе, оснащенном ПЭВМ, с операционной системой Windows XP/7/8/10. Свободно распространяемое ПО – система программирования ПЛК nxtOne и FBDK, верификатор nuSMV.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья по ходатайству заведующего кафедрой устанавливается специальный индивидуальный набор программного обеспечения (Skype, Viber и т.д.) на вычислительную технику, выделенную для освоения дисциплины для лица с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины «Проектирование управляющих систем на базе ПЛК
ВО по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника
стерская программа «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

Программу составили:

Доцент



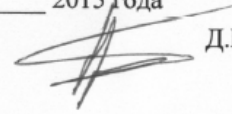
В.Н. Дубинин

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры ВТ

Протокол № 11 от «22» мая 2015 года

Зав. кафедрой ВТ



Д.В. Пащенко

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 6 от «15» июня 2015 г.

Председатель методической комиссии ФВТ



Н.Н. Коннов

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2016/2017	Без изменений (№1, 05.09.16г.)		—	—	—
2017/2018	Без изменений (№1, 06.09.17г.)		—	—	—
2017/2018	№7 29.12.17	Актуализировать №7	—	—	—
2018/19	№14. 06.07.18	Без изменений.	—	—	—