

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.03.01 Распределенные системы управления
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат

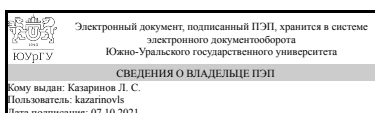
профиль подготовки Автоматизированные системы управления технологическими
процессами в промышленности и инженерной инфраструктуре

форма обучения очная

кафедра-разработчик Автоматика и управление

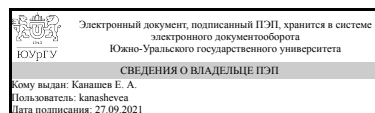
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 200

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



Л. С. Казаринов

Разработчик программы,
старший преподаватель



Е. А. Канашев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - освоение современных технологий проектирования и эксплуатации распределенных систем автоматизации на базе промышленных информационных сетей. Основной задачей дисциплины является изучение принципов и средств передачи информации в современных распределенных автоматизированных системах экспериментальных исследований, системах управления и испытаний в промышленности.

Краткое содержание дисциплины

Введение в дисциплину. Структура АСУТП. Аппаратное обеспечение распределенных АСУТП. Физические аспекты цифровой передачи данных. Общая характеристика промышленных сетей. Промышленные сети Modbus. HART-протокол. Controller Area Network (CAN). Промышленные сети Profibus. Символьные протоколы обмена сообщениями. Интерфейс OPC.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-7 способностью 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	Знать: особенности архитектуры распределенных систем сбора данных и управления; базовые топологии построения промышленных сетей; основные компоненты промышленных сетей; физические среды передачи данных в промышленных сетях; протоколы обмена информацией; основные характеристики промышленных сетей, интерфейсов и протоколов связи
	Уметь: читать и составлять базовые документы конструкторской документации (схемы структурные, схемы принципиальные, перечни компонентов, пояснительные записки); оценивать требования к сетям передачи информации; выбирать тип промышленной сети, физический канал и протокол связи; формировать пакеты данных для передачи их по промышленным сетям в соответствии с описанием протоколов; рассчитывать параметры линий связей промышленных сетей и параметры беспроводных интерфейсов связи
	Владеть: навыками конфигурирования сетевого оборудования, диагностики работоспособности сети; навыками работы со специализированным и общим программным обеспечением

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.09 Микропроцессоры, микроконтроллеры и	Не предусмотрены

вычислительная техника, Б.1.13 Информатика и программирование	
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.09 Микропроцессоры, микроконтроллеры и вычислительная техника	Знать требования, предъявляемые к программному обеспечению. Уметь самостоятельно разрабатывать программное обеспечение в том числе для решения задач автоматизации и управления
Б.1.13 Информатика и программирование	Знать требования, предъявляемые к программному обеспечению. Уметь самостоятельно разрабатывать программное обеспечение в том числе для решения задач автоматизации и управления

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Выполнение и защита отчетов о лабораторных работах	24	24	
Подготовка к зачету	36	36	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в дисциплину. Структура АСУТП	2	2	0	0
2	Аппаратное обеспечение распределенных АСУТП	4	2	0	2
3	Физические аспекты цифровой передачи данных	4	2	0	2
4	Общая характеристика промышленных сетей	4	2	0	2
5	Промышленные сети Modbus	8	4	0	4

6	НАРТ-протокол	6	2	0	4
7	Controller Area Network (CAN)	8	4	0	4
8	Промышленные сети Profibus	4	2	0	2
9	Символьные протоколы обмена сообщениями	4	2	0	2
10	Интерфейс OPC	4	2	0	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Содержание, задачи и организация изучения дисциплины. Литература. Основные концепции построения современных АСУТП	2
2	2	Аппаратное обеспечение АСУТП	2
3	3	Физические аспекты цифровой передачи данных. Виды и способы кодирования данных. Универсальный асинхронный приемо-передатчик	2
4	4	Общие и специальные требования к промышленным сетям. Интерфейсы TIA/EIA-232/422/485	2
5	5	Разновидности сетей Modbus, режимы обмена данными	2
6	5	Протокол ModbusRTU. Принцип взаимодействия узлов, структура сообщений, основные функции, способы обеспечения достоверности передачи информации, диагностические возможности. ModbusTCP. ModbusPlus	2
7	6	НАРТ-протокол. Особенности. Принципы организации, структура сообщений, основные функции, способы обеспечения достоверности передачи информации, диагностические возможности.	2
8	7	CAN, режимы обмена данными. Особенности реализации физического уровня. Принцип взаимодействия узлов: мультимастерность и арбитраж, структура сообщений, основные функции, способы обеспечения достоверности передачи информации, диагностические возможности	2
9	7	Разновидности CAN. Интерфейс CANopen	2
10	8	Разновидности сетей Profibus, режимы обмена данными. Особенности реализации физического уровня. Принцип взаимодействия узлов, структура сообщений, основные функции, способы обеспечения достоверности передачи информации, диагностические возможности	2
11	9	Символьные протоколы передачи данных. Коды ASCII. Протокол DCON	2
12	10	Интерфейс OPC	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Изучение лабораторного стенда, приобретение первоначальных навыков по программированию встраиваемых систем	2
2	3	Универсальный асинхронный приемо-передатчик. Формирование, прием и декодирование сигналов	2
3	4	Физические принципы передачи данных в сетях RS-485: Согласование	2

		линии связи	
4, 5	5	Сети Modbus: режим Modbus RTU. Структура пакета PDU	4
6, 7	6	HART-протокол	4
8	7	Физические принципы передачи данных в сетях CAN	2
9	7	CANopen	2
10	8	Организация взаимодействия по протоколу Profibus-DP	2
11	9	Взаимодействие с оборудованием распределенных АСУТП по протоколу DCON	2
12	10	Организация взаимодействия компонентов АСУТП при помощи OPC-сервера	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение и защита отчетов о лабораторных работах	Комплект электронных методических пособий к выполнению лабораторных работ: теоретическое пособие; лабораторный практикум; пособие по управлению.	24
Подготовка к зачету	см. основную и дополнительную литературу	36

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Разбор конкретных ситуаций (case study)	Лабораторные занятия	Особенности арбитража шины CAN	2

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Симуляция технологических процессов	Использование виртуальных сетевых устройств АСУТП при выполнении внеаудиторных работ (опережающей самостоятельной работы).

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Разбираются примеры реализации конструкторской документации и особенности настройки сетевого оборудования по результатам НИОКР: «Создание производства модельного ряда микротурбинных энергоустановок нового поколения», «Разработка научно-технических решений по управлению распределением мощности в трансмиссиях грузовых автомобилей для повышения их энергоэффективности и топливной экономичности».

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-7 способностью 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	Текущий (проверка СРС)	1-6
Все разделы	ПК-7 способностью 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	Промежуточный (зачёт)	1-15

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Промежуточный (зачёт)	Промежуточная аттестация по дисциплине (зачёт) проводится в форме компьютерного тестирования. На зачет допускаются лица, успешно освоившие программу дисциплины и выполнившие все самостоятельные задания. Тест содержит 20 заданий, выбранных случайным образом из общей базы вопросов, и охватывает все компетенции. Время тестирования ограничено. Результат оценивается по принципу зачтено/не зачтено.	Зачтено: Даны правильные ответы не менее чем на 70% заданных вопросов Не зачтено: Даны правильные ответы менее чем на 70% заданных вопросов
Текущий (проверка СРС)	Текущий контроль осуществляется в форме проверки выполнения письменных отчетов о лабораторных работах: корректности представленных сведений и качества оформления с последующей защитой отчетов в форме устного опроса по разделам и темам лабораторных работ.	Зачтено: Студент присутствовал на лабораторной работе. В ходе выполнения лабораторной работы студент справился со всеми поставленными задачами. Студент представил оформленный письменный отчет о лабораторной работе. Отчет не содержит ошибок и критических замечаний. В ходе защиты отчета о лабораторной работе студент показывает овладение содержанием учебного материала, понятийным аппаратом, умеет связывать теорию с практикой. Оценка предполагает грамотное, логическое изложение ответа. Не зачтено: Студент отсутствовал на лабораторной работе. В ходе

		<p>выполнения лабораторной работы студент не справился со всеми поставленными задачами. Письменный отчет о лабораторной работе отсутствует или содержит ошибки. В ходе защиты отчета о лабораторной работе студент показывает разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач, отказывается отвечать на вопросы.</p>
--	--	--

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Промежуточный (зачёт)	<p>1. Номер функции протокола Modbus-RTU для чтения входных регистров -4 -3 -2 -1</p> <p>2. Стандартный номер порта протокола Modbus-TCP -502 -80 -1024 -537</p> <p>3. Значение бита паритета при передаче байта данных 0x17 через UART с параметрами коммуникационного обмена 9600, 8n1 -не передается -0 -1 -1.5</p> <p>4. Величина силы тока в цепи HART датчика температуры (0...100 C), соответствующая 21 C -7.36 -5.92 -2.54 -9.46</p> <p>5. Максимальное количество станций Profibus в одном сегменте Profibus-DP -32 -64 -128 -127</p> <p>6. Вид передачи, при котором данные могут передаваться и приниматься одновременно -дуплексная -полудуплексная -триплексная -симплексная</p> <p>7. Типовое сопротивление приемо-передающего узла интерфейса TIA/EIA-485, соответствующее понятию 1UL (Unit Load) -12 кОм</p>

	<p>-220 Ом -120 Ом -1.2 кОм 8. Номер функции протокола Modbus является частью -PDU -ADU -BCC -CPU 9. Топология построения сети, используемая в CAN -шина -звезда -точка-точка -кольцо 10. Конфигурирование сети Profibus осуществляется за счет применения файлов -GSD -EDS -CFG -SYS 11. Стандарты последовательной асинхронной передачи данных, ориентированные на использование несимметричной линии связи -TIA/EIA-232 -TIA/EIA-423 -TIA/EIA-422 -TIA/EIA-485 12. Стандарты последовательной асинхронной передачи данных, ориентированные на использование симметричной линии связи -TIA/EIA-422 -TIA/EIA-485 -TIA/EIA-232 -TIA/EIA-423 13. Уровень, который устанавливается на шине CAN при отсутствии передачи данных -рецессивный -доминантный -высокий -низкий 14. Уровень сигнала, соответствующий состоянию линии связи UART при передаче стартового бита -SPACE -MARK -EVEN -NONE 15. Уровень модели OSI, осуществляющий взаимодействие со средой передачи данных -физический -прикладной -сеансовый -канальный</p>
Текущий (проверка СРС)	<p>1. Назовите обязательные поля кадра асинхронной передачи. 2. Можно ли по временной диаграмме изменения сигнала в линии передачи определить частоту асинхронной передачи? 3. Каков максимальный объем данных передаваемых в сообщении протокола HART? ASI? Modbus? CAN? PROFIBUS? 4. Какие протоколы реализуют централизованное, децентрализованное, гибридное управление доступом к среде передачи?</p>

	<p>5. Какие протоколы поддерживают широковещательные передачи?</p> <p>6. Физический интерфейс какого протокола основан на методе передачи данных с помощью частотной модуляции?</p> <p>7. В чём состоит отличие форматов сообщений в сети Modbus и Modbus/TCP?</p> <p>8. Какое состояние среды передачи в протоколе CAN является доминирующим? Для чего вообще в CAN-протоколе определены доминирующий и рецессивный уровни?</p> <p>9. Какие типы сообщений определены в CAN-протоколе?</p> <p>10. Перечислите стандарты протоколов уровня приложений на базе CAN.</p> <p>11. Что может использоваться в качестве среды передачи для протокола PROFIBUS-DP/FMS?</p>
--	---

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Современные технологии автоматизации ежекв. журн. Изд-во "СТА-ПРЕСС" журнал. - М., 1997-

2. Вестник ЮУрГУ. ISSN 1991-976X Серия: Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника. Подписной индекс 29008.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Канашев Е.А. Распределенные системы управления. Методические указания по освоению дисциплины

2. Канашев Е.А. Распределенные системы управления. Методические указания по освоению дисциплины

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Канашев Е.А. Распределенные системы управления. Методические указания по освоению дисциплины

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Барбасова, Т.А. Промышленные сети и системы связи: учебное пособие / Т.А. Барбасова, Е.А. Канашев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 144 с. — Текст : ЮУрГУ // Электронный каталог. — URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000568358 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: свободный.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Интерфейсы периферийных устройств : учебное пособие / А. О. Ключев, Д. Р. Ковязина, Е. В. Петров, А. Е. Платунов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 290 с. — Текст : электронный //

		издательства Лань	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/43548 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Борисов, А. М. Основы построения промышленных сетей автоматизации : учеб. пособие / А. М. Борисов. — Электрон. дан. — Челябинск : — Текст : ЮУрГУ // Электронный каталог. —, 2012. — 107 с. — URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000487477 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: свободный.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интерфейсы периферийных устройств : учебное пособие / А. О. Ключев, Д. Р. Ковязина, Е. В. Петров, А. Е. Платунов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 290 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/43548 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Деменков, Н. П. Программирование и конфигурирование промышленных сетей : учебное пособие / Н. П. Деменков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52401 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Авдеев, В. А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование : учебное пособие / В. А. Авдеев. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 848 с. — ISBN 978-5-94074-505-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1087 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическими процессами, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 606 с. — ISBN 978-5-9912-0060-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/5153 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Манойлов, В. В. Аппаратные средства систем автоматизации аналитических приборов : учебное пособие / В. В. Манойлов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2012. — 125 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/40835 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Демидов, А. Я. Системы и сети связи : учебное пособие / А. Я. Демидов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/11030 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Скляр, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляр. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1028-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/682 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система	Медведев, А. Е. Автоматизация производственных процессов : учебное пособие / А. Е. Медведев, А. В. Чупин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. — 325 с. — ISBN 978-5-

		издательства Лань	89070-696-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/6606 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ан, П. Сопряжение ПК с внешними устройствами : учебное пособие / П. Ан. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 320 с. — ISBN 5-94074-076-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1086 (дата обращения: 22.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
13	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Барбасова, Т. А. Программно-технические комплексы АСУ ТП [Текст] : курс лекций по специальности "Управление и информатика в технических системах" / Т. А. Барбасова, А. А. Басалаев, А. Д. Цыпкайкина; — Челябинск : Южно-Уральский государственный университет, Кафедра Автоматика и управление; — URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000566661 (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: свободный.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. EmbeddedIntelligence-Mod_RSsim(бессрочно)
2. Broadcast Equipment-Realterm (бессрочно)
3. Atmel-AVRStudio(бессрочно)
4. Vyacheslav Frolov-Null-modem emulator (com0com)(бессрочно)
5. ICP-DAS-DCON_Utility_Pro_PC(бессрочно)
6. coosox.org-CoIDE(бессрочно)
7. NHD Software-NHD Software Free Serial Port Monitor (бессрочно)
8. STMicroelectronics-STM32CubeMX(бессрочно)
9. Atmel-AVR Toolchain(бессрочно)
10. НТЦ Комплексные Системы-Gray Simulator(бессрочно)
11. Ac6-System Workbench for STM32(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	712б (3б)	ПК с интерфейсами RS-232C, RS-485. Модули удаленного ввода-вывода DCON, ModbusRTU.
Пересдача	712 (3б)	Компьютеры, подключенные к ЛВС кафедры АиУ.
Лабораторные занятия	709 (3б)	Учебный стенд "Интерфейс RS-485/RS-422", Учебный стенд "Интерфейс HART", Учебный стенд "Интерфейс CAN", Учебный стенд "Промышленные сети Profibus"

Лекции	705 (36)	Проектор
Зачет, диф. зачет	712 (36)	Компьютеры, подключенные к ЛВС кафедры АиУ.