

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 30 » июня 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Промышленные сети  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Компьютерные системы и сети  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности посредством формирования знаний, умений и навыков в области построения промышленных сетей.

Задачами учебной дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, формирование навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- модели, стандарты, типы, интерфейсы и протоколы промышленных сетей;
- способы обеспечения требуемого для объекта автоматизации сетевого сервиса;
- промышленное телекоммуникационное оборудование.

### 1.3. Входные требования

Знание основ функционирования компьютерных сетей, изучаемых в рамках курса "Сети и телекоммуникации"

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает особенности предъявляемых требований к промышленным сетям.	Знает программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций;	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет анализировать и выбирать из существующих компонент промышленных сетей решения, соответствующие требованиям технического задания;	Умеет выполнять процедуры сборки программных модулей, сервисов и компонент интеграционного решения в соответствии с техническим заданием;	Реферат
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками выбора технологии построения и последующей спецификации промышленной сети в соответствии с техническим заданием	Владеет навыками распределения задач по развертыванию и настройке выбранной интеграционной платформы в соответствии с техническим заданием	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Введение.	1	0	0	0
Предмет и задачи дисциплины. Требования к процессу обучения и системе текущего контроля знаний. Рекомендуемая литература				
Раздел 1. Надежность промышленных сетей. Стандартизация.	4	6	4	30
Тема 1. Общие сведения о промышленных сетях. Причины многообразия промышленных сетей и их предметная направленность.				
Тема 2. Надежность. Семантика терминов надежность, доступность, избыточность, отказоустойчивость.				
Тема 3. Стандартизация и многоуровневая модель. Сопоставление модели OSI и моделей промышленных сетей. Классификация промышленных сетей. Структура стандарта IEC 62439.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 2. Промышленные интерфейсы и протоколы	4	4	4	32
Тема 4. Физические среды и интерфейсы промышленных сетей Асинхронные интерфейсы RS232, RS485				
Тема 5. CAN/ DCON технологии Особенности физического уровня и электрические соединения в сети CAN, канальный уровень, адресация и доступ к шине, достоверность передачи сообщений.				
Тема 6. PROFIBUS и MODBUS технологии Особенности физического и канального уровней, назначение полей заголовков. Profibus DP коммуникационный профиль, передача сообщений.				
Раздел 3. Промышленные сети	4	8	0	32
Тема 7. Промышленный ETHERNET Базовые требования для промышленного Ethernet. Смысл и способы параллельного (PRP) и кольцевого (MRP) резервирования каналов связи. Беспшовное резервирование (HSR).				
Тема 8. Беспроводные сети. Проблемы беспроводных сетей, Bluetooth, ZigBee и IEEE 802.15.4.				
Тема 9. Сетевое оборудование. Промышленное коммуникационное оборудования известных мировых разработчиков (EtherWAN, Advantech, Hirschman, Siemens, ZHAW) и области их использования.				
Раздел 4. Синхронизация времени	4	0	8	32
Тема 10 Синхронизация времени в системах автоматике и телемеханики Цели, структура, точность, потребители				
Тема 11 Точности синхронизации в электроэнергетической области согласно IEC 61850-5-2003. Протоколы Синхронизации				
Тема 12 Протокол точного времени PTP (IEEE 1588)				
Заключение	1	0	0	0
Подведение итогов ответов на контрольные вопросы и сдачи лабораторных работ				
ИТОГО по 2-му семестру	18	18	16	126
ИТОГО по дисциплине	18	18	16	126

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Семинар, сети в авионике
2	Семинар, сети в системах генерации электроэнергии
3	Семинар, сети в атомной энергетике
4	Семинар, точное время, синхронный Ethernet

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Для заданного (описанного) объекта автоматизации выбрать модель и тип промышленной сети
2	Для выбранной модели и типа промышленной сети обосновать выбор используемых протоколов и интерфейсов промышленной сети
3	Для выбранных протоколов и интерфейсов промышленной сети обосновать выбор сетевого оборудования

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Стремительное развитие сетевых технологий требует от обучаемого владения терминологией предметной области для поиска в Интернет актуальных сведений по тематике курса. Основная терминология, понятия, определения и модели предметной области обсуждаются на аудиторных занятиях и углубляются в процессе самостоятельной работы студента. Особенность процесса обучения заключается в неустоявшейся русскоязычной терминологии в области “computerscience”, которая обуславливает использование англоязычных терминов и понятий. Поэтому рекомендуется использование открытых в Интернет первоисточников. Таковыми являются непрерывно пополняемые описания технологий на сайтах органов стандартизации (ITU-T, ISO, IEEE, ACM), сведения об оборудовании и рекомендуемых конфигурациях на сайтах производителей и вендоров (Cisco, D-Link, Huawei, ECI и т.д.), содержание руководящих документов отрасли и нормативных документов на сайте министерства связи РФ; рекомендуемые преподавателем справочные ресурсы о сетевых технологиях.

Для формирования у студента понимания проблематики предметной области при разработке проектных решений ему предоставляются для анализа обзоры и научные статьи по сетевой тематике. Последующее выступление студента и обсуждение на практических (семинарских) занятиях направлено на стимулирование интереса студентов к предмету курса, а так же анализу и разработке в рамках СРС оригинальных архитектурных решений систем обработки данных в промышленности.

Стимулирование и контроль процесса освоения студентом изучаемого предмета осуществляется путем экспресс опроса по теме предыдущей лекции и промежуточного тестирования по всей теме/разделу.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Масич Г. Ф. Сети передачи данных : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 191 с. 12,0 усл. печ. л.	29
2	Широкополосные беспроводные сети передачи информации / Вишневецкий В. М., Ляхов А. И., Портной С. Л., Шахнович И. В. М. : Техносфера, 2005. 591 с.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гук М. Ю. Интерфейсы устройств хранения: ATA, SCSI и другие : наиболее полное и подробное руководство / М. Ю. Гук. - Санкт-Петербург: Питер, 2007	4
2	Таненбаум Э. С. Компьютерные сети : пер. с англ. / Э. С. Таненбаум, Д. Уэзеролл. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2015.	6
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Энциклопедия АСУ ТП : 2 ПромышленныПромышленные сети и интерфейсы	<a href="https://www.bookasutp.ru/Chapter2_1.aspx">https://www.bookasutp.ru/Chapter2_1.aspx</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Масич Г.Ф. Система тестирования студентов	<a href="https://195.69.156.249/moodle/login/index.php">https://195.69.156.249/moodle/login/index.php</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Масич Г.Ф. Электронный конспект лекций	<a href="https://masich.ru/study.html">https://masich.ru/study.html</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	МОХА INC. ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ	<a href="https://moxa.ru/shop/">https://moxa.ru/shop/</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	МойОфис Стандартный. , реестр отечественного ПО, необходима покупка лицензий.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	JPerf
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinDump
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Wireshark

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ауд.128 кА (ЭТФ), компьютеры - 17шт, Коммутационная панель, маршрутизаторы Cisco2801/2811 - 4 шт, Коммутаторы Catalyst 2950/2960 - 5 шт.	17
Лекция	ауд.128 кА (ЭТФ), компьютер, проектор, экран	1
Практическое занятие	ауд.128 кА (ЭТФ), компьютеры - 17шт, Коммутационная панель, маршрутизаторы Cisco2801/2811 - 4 шт, Коммутаторы Catalyst 2950/2960 - 5 шт.	17

#### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Промышленные сети»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Информатика и вычислительная техника (общий профиль, СУОС)
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	<b>ИТАС</b>
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс: 1**

**Семестр: 2**

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	6	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	216	ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 2 семестр

Пермь 2023 г.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также семинарские занятия и самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, экзамена во 2 семестре. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Промежуточный /рубежный		Итоговый
	ТТ	ОЛР	Т/КР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> знать структуру, терминологию и содержание стандартов Industrial Ethernet IEC 61158 и IEC 61784, поясняющих специфику промышленных сетей;	ТТ		КР1	ТВ
<b>3.2</b> знать архитектуры и модели промышленных сетей	ТТ		КР2	ТВ
<b>3.3</b> знать методы резервирования, используемые для построения сетей автоматизации высокой готовности согласно стандарта «High Availability Automation Networks» IEC 62439;	ТТ		КР3	ТВ
<b>3.4</b> знать принципы синхронизации времени высокой точности в системах автоматизации и телемеханики, Precision Time Protocol (PTP) IEEE 1588	ТТ		КР4	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> уметь формулировать требования к промышленным сетям, используемые для автоматизации конкретных технологических процессов		ОЛР1	КР2 КР3 КР4	ПЗ
<b>У.2</b> уметь выбирать сетевые технологии для автоматизации		ОЛР2	КР3	ПЗ

конкретных технологических процессов		ОЛР3	КР4	
<b>У.3</b> уметь использовать способы параллельного (PRP), кольцевого (MRP) и бесшовного резервирования (HSR) в Industrial Ethernet (IE)		ОЛР1 ОЛР2	КР2 КР3	ПЗ
<b>У.4</b> уметь технически грамотно описывать и аргументировать выбранную модель синхронизация времени в системах промышленной автоматизации		ОЛР2 ОЛР3	КР2 КР3 КР4	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> владеть навыками выбора сетевой технологии для построения конкретной промышленной сети		ОЛР1		КЗ
<b>В.2</b> владеть навыками использования VLAN, STP и Trunk приемов построения надежных Industrial Ethernet		ОЛР2		КЗ
<b>В.3</b> владеть навыками распределения IP адресного пространства в промышленной сети		ОЛР3		КЗ
<b>В.4</b> владеть навыками конфигурирования сетевых интерфейсов конечных систем		ОЛР2 ОЛР3		КЗ

*ТТ – текущее тестирование по теме; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимого с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2 Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

## **2.1 Текущий контроль**

Текущий контроль (текущее тестирование) усвоения материала проводится в течении пяти минут в начале текущей лекции в форме письменного ответа на конкретно сформулированный для каждого студента вопроса по теме предыдущей лекции. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя, фиксируя тем самым контроль посещаемости лекционных занятий, которые учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Типовые вопросы приведены в РПД.

### **2.1.2. Типовые вопросы текущего тестирования**

1. Общие сведения о промышленных сетях
  - Отличия промышленных сетей от офисных
  - Семантика термина АСУТП согласно IEC 61158
  - Сопоставление промышленной сети с моделью OSI
  - Требование к архитектуре АСУТП
  - Жсткие условия окружающей среды
2. Надежность промышленных сетей
  - Поясните термин «Надежность (dependability)»
  - Поясните термин «Безотказность (reliability)»
  - Поясните термин «Готовность (availability)»
  - Поясните термин «Отказоустойчивость (fault-tolerance)»
3. Суть протоколов резервирования согласно IEC 62432
  - MRP (Media Redundancy Protocol )
  - PRP (Parallel Redundancy Protocol)
  - HSR (High-availability, Seamless Redundancy)
  - CRP (coupled redundancy protocol)
  - BRP Beacon Redundancy Protocol ,
  - DRP (Distributed Redundancy Protocol)
  - RRP (Ring-based Redundancy Protocol)
4. Последовательные интерфейсы
  - RS-232
  - RS-422
  - RS-485
  - Ethernet
  - CAN
  - HART
  - AS-интерфейс
5. **Модель распределенной системы** автоматизации согласно IEC 61499
  - **Существенные требования к программным средствам**
  - Модель физического устройства
  - Модель ресурса

- Модель программного приложения
- 6. Кратко о промышленных сетях:
  - PROFIBUS
  - MODBUS
  - Industrial Ethernet
  - Протокол DCON
- 7. КРАТКО О БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ:
  - BLUETOOTH
  - ZIGBEE И IEEE 802.15.4
  - WI-FI И IEEE 802.11
- 8. Суть проблемы точного времени в промышленных сетях
- 9. Способы синхронизации точного времени в распределенных системах

## **2.2 Рубежный (промежуточный) контроль**

Рубежный (промежуточный) контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ тем практических занятий (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1 Защита отчетов по лабораторным работам**

Всего запланировано 3 лабораторные работы. Типовые темы этих работ приведены в РПД.

Защита этих работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

### **2.2.2 Защита тем практических работ**

Всего запланировано 4 практические работы. Типовые темы этих работ приведены в РПД.

Защита этих работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

## **2.3 Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации в виде итогового экзамена осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита всех лабораторных и практических работ, положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

### **2.3.1 Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам.

Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех

заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

### **2.3.2.1 Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

3.1 Общие сведения о промышленных сетях. Причины многообразия промышленных сетей и их предметная направленность.

3.2 Стандартизация и многоуровневая модель промышленных сетей, сопоставление с моделью OSI.

3.3 Семантика терминов надежность, доступность, избыточность, отказоустойчивость.

3.3 Стандартные методы резервирования, используемые для построения сетей автоматизации высокой готовности

3.5 Промышленный ETHERNET.

3.6 Принципы синхронизации времени высокой точности в распределенных системах

#### **Типовые практические задания для контроля освоенных умений:**

У.1 Область применения, сущность и способы параллельного (PRP) резервирования каналов связи.

У.2 Область применения, сущность и способы кольцевого (MRP) резервирования каналов связи.

У.3 Область применения, сущность и способы бесшовного резервирования (HSR).

У.4 Проиллюстрируйте синхронизацию времени в системах автоматики и телемеханики.

Цели, структура, точность, потребители

У.5 Поясните протокол точного времени PTP (IEEE 1588)

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

В.1 Свойства и область применения асинхронных интерфейсов RS232, RS485.

В.2 Свойства и область применения CAN/DCON технологии. Особенности физического уровня и электрические соединения в сети CAN, канальный уровень, адресация и доступ к шине, достоверность передачи сообщений.

В.3 Свойства и область применения PROFIBUS и MODBUS технологии. Особенности физического и канального уровней, назначение полей заголовков. Profibus DP коммуникационный профиль, передача сообщений.

В.4 Характеристики и область применения беспроводных сетей Bluetooth, ZigBee и IEEE 802.15.4.

В.5 Требования к точности синхронизации в электроэнергетической области согласно IEC 61850-5-2003. Протоколы Синхронизации.

В.6 Примеры использования VLAN, STP и Trunk приемов построения надежных сетей Industrial Ethernet

### **2.3.2.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня

сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС магистерской программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС магистерской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.