

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор ФГБОУ ВО «БГТУ»

О.Н. Федонин

» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**повышения квалификации  
«Сопровождение программных средств МПСА и ТМ»**

Брянск 2021 г.

## 1 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АРМ – автоматизированное рабочее место;

АСМЭ – автоматизированная система мониторинга электрооборудования;

АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

БУР – блок управления регулируемый;

ГОСТ – государственный общероссийский стандарт;

ЕСДУ – единая система диспетчерского управления;

ЕСКД – единая система конструкторской документации;

АО – акционерное общество;

ИБ – информационная безопасность;

ИБП – источник бесперебойного питания;

КЦ – контроллер центральный;

ЛТМ – линейная телемеханика;

МДП – местный диспетчерский пункт;

МНА – магистральный насосный агрегат;

МНС – магистральная насосная станция;

МПСА – микропроцессорная система автоматизации;

МТ – магистральный трубопровод;

МЭК – международная электротехническая комиссия;

НПС – нефтеперекачивающая (нефтепродуктоперекачивающая) станция;

ОСТ – организация системы «Транснефть»;

ПАО – публичное акционерное общество;

ПИД – пропорционально-интегрально-дифференциальный;

ПК – персональный компьютер;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПНА – подпорный насосный агрегат;

ПНС – подпорная насосная станция;

ПО – программное обеспечение;

ПТ – пожаротушение;

ПТК – программно-технический комплекс;

ПЧ – преобразователь частоты;

РП – резервуарный парк;

РФ – Российская Федерация;

САР – система автоматического регулирования;  
САРД – система автоматического регулирования давления;  
САУ – система автоматического управления;  
СДКУ – система диспетчерского контроля и управления;  
СКСВ – система контроля сейсмических воздействий;  
СОУ – система обнаружения утечек;  
СТМ – станционная телемеханика;  
ТИ – телеизмерения;  
ТМ – телемеханика;  
ТР – телерегулирование;  
ТС – телесигнализация;  
ТУ – телеуправление;  
ТСБ – технический сервисный бюллетень;  
ТСПД – технологическая сеть передачи данных;  
ТЭК – топливно-энергетический комплекс;  
УРД – узел регулирования давления;  
УСО – устройство сопряжения с объектом;  
ЧРП – частотно-регулируемый привод;  
ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики;  
IP – Internet Protocol;  
RIO – Remote Input/Output;  
RTU – Remote Terminal Unit;  
USB – Universal Serial Bus;  
SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition;  
SNMP – Simple Network Management Protocol;  
SOC – Security Operations Center;  
TCP – Transmission Control Protocol.

## 2 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Цель обучения:** качественное изменение профессиональных компетенций слушателей, необходимых для профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации.

**Планируемые результаты освоения программы:** совершенствование компетенций слушателей в части сопровождения МПСА и ТМ объектов МТ:

- способность планировать и готовность участвовать в разработке и модификации программного обеспечения АСУТП МТ;
- способность организовывать и выполнять работу по тестированию и наладке программного обеспечения АСУТП МТ;
- способность проводить работы по сопровождению прикладного программного обеспечения АСУТП МТ;
- способность использовать методы теории автоматического регулирования и управления технологическими процессами транспорта нефти и нефтепродуктов;
- способность использовать современные методы теории автоматического регулирования и цифровой обработки сигналов при разработке алгоритмов и программного обеспечения АСУТП МТ;
- способность применять современные средства моделирования и имитации процессов в объектах автоматизации, системах автоматического регулирования.

**Трудовые функции:** сопровождение программного обеспечения систем автоматизации и телемеханизации нефтегазовой отрасли.

**Знания:**

- требования действующей нормативной документации в области АСУТП МТ в объеме, предусмотренном данной программой;
- перспективные направления развития аппаратного и программного обеспечения АСУТП МТ, технологических сетей передачи данных;
- назначение, состав и структура АСУТП МТ;
- взаимодействие систем, входящих в АСУТП МТ;
- основные требования и меры по защите информации в АСУТП МТ;
- основные принципы и методика настройки системы автоматического регулирования;
- инструменты анализа систем автоматического регулирования;
- правила и порядок разработки технического задания на разработку АСУТП МТ, проведения экспертизы проектной, рабочей и конструкторской документации на АСУТП МТ;

- методы оценки показателей надежности элементов систем автоматизации.

**Умения:**

- выполнять подключение, настройку и диагностику оборудования среднего и верхнего уровней;
- читать схемы автоматизации; принципиальные электрические схемы; схемы соединений и подключения внешних проводок; чертежи расположения оборудования и внешних проводок; чертежи установок средств автоматизации;
- анализировать проектную, конструкторскую и рабочую документацию на соответствие требованиям нормативных документов, заданиям на проектирование;
- применять способы обеспечения информационной безопасности на всех этапах жизненного цикла АСУТП МТ;
- проводить настройку системы автоматического регулирования давления;
- проводить корректировку и доработку программного обеспечения.

**Особенности организации учебного процесса:** проведение обучения предусмотрено на базе образовательной организации с использованием оборудования, применяемого в ПАО «Транснефть».

Оптимальное количество слушателей программы – 12 человек.

**Форма контроля обучения:** итоговая аттестация.

**Категория слушателей:** специалисты сектора программирования отдела сопровождения программно-аппаратных средств микропроцессорных систем автоматизации и телемеханики.

**Средства обучения, используемые в данном курсе:** мультимедийный проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентации и видеоматериалов, маркерная доска, учебные стенды и тренажеры.

### 3 УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Этапы обучения	Продолжительность обучения, учебный час
1	2	3
1	Теоретическое обучение	44
2	Практическое обучение	32
3	Итоговая аттестация	4
<b>ИТОГО</b>		<b>80</b>

## 4 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ

### 4.1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ раздела/ темы	Наименование тем	Продолжительность обучения, учебный час
1	2	3
<b>1</b>	<b>Объекты МТ. Технология перекачки нефти и нефтепродуктов. Технологическое оборудование</b>	<b>4</b>
1.1	Технология перекачки нефти и нефтепродуктов. Основы гидравлики	2
1.2	Состав сооружений магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Основное и вспомогательное оборудование НПС. Технологические схемы.	2
<b>2</b>	<b>Основы АСУТП МТ</b>	<b>8</b>
2.1	Назначение, состав и структура АСУТП МТ. Взаимодействие систем	4
2.2	Обзор типов, основные характеристики и диагностика технического состояния сетей передачи данных среднего уровня МПСА. Построение технологических сетей передачи данных (ТСПД)	2
2.3	Электропитание и заземление оборудования АСУТП МТ	2
<b>3</b>	<b>Программно-аппаратное обеспечение АСУТП МТ</b>	<b>11</b>
3.1	Типовые схемотехнические решения подключения датчиков и исполнительных механизмов в АСУТП МТ. Алгоритмы и типовые программные модули обработки аналоговых и дискретных сигналов	2
3.2	Основные сведения о применяемом в МПСА и ТМ контроллерном оборудовании	3
3.3	Требования к составу и функциям общестанционных и агрегатных защит. Аппаратная и программная реализация защит. Требования к ПО МПСА и ТМ среднего и верхнего уровней	6
<b>4</b>	<b>Информационная безопасность АСУТП МТ</b>	<b>6</b>
4.1	Типовые угрозы информационной безопасности в АСУТП МТ	1
4.2	Законодательство РФ в области информационной безопасности. Организационные и технические меры обеспечения информационной безопасности АСУТП МТ	2
4.3	Типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности на АРМ (серверах) АСУТП МТ	1
4.4	Типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности в сетевом оборудовании АСУТП МТ	2

№ раздела/ темы	Наименование тем	Продолжительность обучения, учебный час
1	2	3
<b>5</b>	<b>Основы теории автоматического управления</b>	<b>6</b>
5.1	Общие сведения о системах автоматического регулирования	2
5.2	Алгоритм работы САРД	2
5.3	Особенности цифровых систем автоматического регулирования	2
<b>6</b>	<b>Проектирование АСУТП МТ</b>	<b>6</b>
6.1	Стадии создания автоматизированных систем	1
6.2	Графическое изображение и техника чтения схем АСУТП МТ	1
6.3	Требования Комплекса стандартов на автоматизированные системы и ЕСКД. Экспертиза документации	2
6.4	Организация и проведение работ по корректировке и доработке ПО	2
<b>7</b>	<b>Надежность автоматизированных систем</b>	<b>3</b>
7.1	Обеспечение надежности на этапах проектирования и эксплуатации автоматизированных систем	2
7.2	Классификация отказов автоматизированных систем. Порядок учета и анализа отказов оборудования АСУТП МТ	1
<b>ИТОГО</b>		<b>44</b>

## 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ

### **РАЗДЕЛ 1 Объекты МТ Технология перекачки нефти. Технологическое оборудование (4 часа)**

#### **Тема 1.1 Технология перекачки нефти и нефтепродуктов. Основы гидравлики (2 часа)**

Задачи, решаемые при транспортировке нефти и нефтепродуктов. Типы перекачиваемых жидкостей. Теоретические основы построения магистральных трубопроводов. Основные сведения из гидравлики. Гидростатика. Давление и единицы измерения. Основное уравнение гидростатики. Гидродинамика. Основные параметры потока: гидродинамическое давление и скорость. Виды движения жидкости. Потери напора в трубопроводе. Режимы движения жидкости: ламинарный, турбулентный. Гидравлический удар в трубопроводе. Кавитация.

## **Тема 1.2 Состав сооружений магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.**

### **Основное и вспомогательное оборудование НПС. Технологические схемы (2 часа)**

Состав сооружений МТ. Назначение сооружений. Основные технические характеристики сооружений. Технологические объекты головных и промежуточных НПС. Функциональное назначение, принцип работы. Магистральные и подпорные агрегаты, вспомогательные системы НПС. Резервуарный парк. Назначение и принцип работы. Технологические схемы головных и промежуточных НПС, линейной части МТ. Технологические схемы вспомогательных систем.

## **РАЗДЕЛ 2 Основы АСУТП МТ (8 часов)**

### **Тема 2.1 Назначение, состав и структура АСУТП МТ. Взаимодействие систем (4 часа)**

Общие требования к АСУТП МТ, уровни управления объектами МТ, требования к функциям систем АСУТП МТ. Взаимодействие систем.

АСМЭ. Назначение, принцип построения, основные требования к системе.

МПСА площадочного объекта. Трехуровневая МПСА площадочного объекта. Требования к параметрам и функционированию оборудования уровней. Состав, структура и функции уровней. Взаимодействие уровней МПСА площадочного объекта. Взаимодействие МПСА площадочного объекта со смежными системами, СДКУ, МПСА сторонних организаций.

Структура построения ПТК РП, особенности реализации.

Система ЛТМ МТ. Состав, структура и требования к системе ЛТМ. Организация обмена по каналам передачи данных телемеханики в СДКУ.

ЕСДУ, СДКУ, СОУ, СКСВ. Состав, структура и требования. Общие сведения и порядок взаимодействия с СТМ НПС и ЛТМ МТ.

ЦСПА. Назначение, принципы построения, основные требования к системе. Взаимодействие ЦСПА с СДКУ, МПСА, ЛТМ.

### **Тема 2.2 Обзор типов, основные характеристики и диагностика технического состояния сетей передачи данных среднего уровня МПСА. Построение технологических сетей передачи данных (ТСПД) (2 часа)**

Обзор применяемых в АСУТП технических решений по реализации сетей среднего уровня МПСА. Основные характеристики современных сетевых интерфейсов. Обзор топологических структур сетей: звезда, кольцо, шина.

Структурная схема построения ТСПД. Состав и назначение оборудования ТСПД (коммутатора, маршрутизатора, моста, межсетевого экрана). Резервирование каналов передачи данных. Правила назначения IP– адресов. Межсетевая передача данных.

Обзор применяемых технических решений по реализации сетей передачи данных ЛТМ. Особенности реализации сетевого протокола на базе ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.

### **Тема 2.3 Электропитание и заземление оборудования АСУТП МТ (2 часа)**

Требования к электропитанию оборудования МПСА и ЛТМ. Обеспечение гарантированного питания оборудования МПСА и ЛТМ с применением ИБП.

Классификация и характеристики ИБП. Структура и принцип действия ИБП с двойным преобразованием. Схемы резервирования ИБП.

Системы заземления оборудования МПСА и ЛТМ. Требования по заземлению кабелей и оборудования систем автоматизации.

## **РАЗДЕЛ 3 Программно-аппаратное обеспечение АСУТП МТ (11 часов)**

### **Тема 3.1 Типовые схмотехнические решения подключения датчиков и исполнительных механизмов в АСУТП МТ. Алгоритмы и типовые программные модули обработки аналоговых и дискретных сигналов (2 часа)**

Схемы подключения контрольно-измерительных приборов.

Состав и структура алгоритмов типовых программных модулей обработки аналоговых и дискретных сигналов, алгоритмов управления исполнительными механизмами.

Типы БУР и ПО для управления задвижками, применяемые в АСУТП. Параметры и методы настройки. Схемы подключения.

Алгоритмы пуска МНА (ПНА).

### **Тема 3.2 Основные сведения о применяемом в МПСА и ТМ контроллерном оборудовании (3 часа)**

Архитектура, технические характеристики, конфигурация ПЛК на примере контроллеров, применяемых в ОСТ (АО «Эмикон», Schneider Electric, B&R, Siemens, Prosoft Systems). Модули ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов, номенклатура, структурные схемы.

### **Тема 3.3 Требования к составу и функциям общестанционных и агрегатных защит. Аппаратная и программная реализация защит. Требования к ПО МПСА и ТМ среднего и верхнего уровней (6 часов)**

Перечень агрегатных защит. Назначение защит. Действия технологического оборудования при срабатывании агрегатной защиты МНА (ПНА).

Перечень общестанционных защит. Назначение защит. Действия технологического оборудования при срабатывании общестанционных защит.

Входы защит, резервирование входов защит. Схемотехнические решения по контролю целостности цепей входов защит. Недостоверность сигнала входов защит.

Программное обеспечение модулей контроля и управления МНА (ПНА), вспомогательным оборудованием, запорной арматурой, системой пожаротушения.

#### **РАЗДЕЛ 4 Информационная безопасность АСУТП МТ (6 часов)**

##### **Тема 4.1 Типовые угрозы информационной безопасности в АСУТП МТ (1 час)**

Термины и определения. Понятие угроз безопасности информации, внешнего и внутреннего нарушителей, моделирования угроз безопасности информации.

Угрозы безопасности информации. Сценарии реализации угроз и возможные последствия от их реализации.

Категорирование объектов ТЭК и классификация АСУТП МТ.

##### **Тема 4.2 Законодательство РФ в области информационной безопасности. Организационные и технические меры обеспечения информационной безопасности АСУТП МТ (2 часа)**

Законодательство РФ в области ИБ. Нормативные документы Компании в части обеспечения ИБ.

Обеспечение ИБ на всех этапах жизненного цикла АСУТП МТ.

Требования к мерам и способам обеспечения ИБ в АСУТП МТ.

##### **Тема 4.3 Типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности на АРМ (серверах) АСУТП МТ (1 час)**

Применение встроенных в операционную систему механизмов обеспечения защиты информации.

Применение антивирусного ПО, типовые настройки антивирусного ПО. Контроль подключения съемных носителей информации, USB-модемов и т.д.

Применение алгоритмов контроля целостности системного и прикладного ПО.

##### **Тема 4.4 Типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности в сетевом оборудовании АСУТП МТ (2 часа)**

Типовые технические решения по настройке сетевого оборудования, применяемого при создании АСУТП МТ ОСТ, для реализации требований по ИБ.

Организация взаимодействия АСУТП МТ со смежными и сторонними системами (ограничение информационных потоков), удаленный доступ к АСУТП МТ. Настройка правил межсетевого экранирования в сетевом оборудовании.

Перспективные способы обеспечения ИБ в АСУТП МТ: обнаружение вторжений, инспекция промышленных протоколов, сбор и корреляция событий ИБ, предпосылки к созданию центра управления безопасностью (SOC).

## **РАЗДЕЛ 5 Основы теории автоматического управления (6 часов)**

### **Тема 5.1 Общие сведения о системах автоматического регулирования (2 часа)**

Принципы регулирования в системах автоматического управления. Понятие о статической ошибке. Типовые динамические звенья САУ. Понятие устойчивости САУ. Параметры качества процесса регулирования. Влияние пропорциональной, дифференциальной и интегральной составляющих ПИД-регулятора на процесс регулирования.

Обзор САР, существующих в ПАО «Транснефть».

### **Тема 5.2 Алгоритм работы САРД (2 часа)**

Рассмотрение алгоритма работы САРД, приведенного в нормативном документе ПАО «Транснефть».

### **Тема 5.3 Особенности цифровых систем автоматического регулирования (2 часа)**

Структурная схема цифровой обработки сигналов. Источники погрешностей при цифровой обработке сигналов в контроллерах и ПК.

Принципы и алгоритмы цифровой фильтрации.

## **РАЗДЕЛ 6 Проектирование АСУТП МТ (6 часов)**

### **Тема 6.1 Стадии создания автоматизированных систем (1 час)**

Стадии и этапы создания автоматизированных систем. Порядок разработки, согласования технического задания на создание автоматизированных систем. Требования к оформлению и содержанию технического задания.

### **Тема 6.2 Графическое изображение и техника чтения схем АСУТП МТ (1 час)**

Условные обозначения элементов автоматики, технологического и электротехнического оборудования на схемах автоматизации. Условные обозначения элементов технологических схем.

Требования к оформлению схем автоматизации, принципиальных электрических схем, схем соединений и подключений внешних проводок, чертежей расположения оборудования и внешних проводок, чертежей установок средств автоматизации.

### **Тема 6.3 Требования Комплекса стандартов на автоматизированные системы и ЕСКД. Экспертиза документации (2 часа)**

Состав и содержание требований Комплекса стандартов на автоматизированные системы и ЕСКД. Основные требования к конструкторской документации. Требования к экспертизе документации. Порядок проведения экспертизы документации и ее согласования. Правила внесения изменений в конструкторскую документацию.

### **Тема 6.4 Организация и проведение работ по корректировке и доработке ПО (2 часа)**

Порядок организации и проведения работ по корректировке и доработке ПО. Порядок формирования функциональных требований, их состав и содержание.

Организация сбора, хранения и актуализация установленного системного, прикладного и инструментального ПО и информации об установленном ПО в виде реестра актуальных версий, а также архива прикладного ПО МПСА и ТМ. Внесение изменений по выполненным доработкам прикладного ПО в электронный реестр разработок и корректировок ПО.

## **РАЗДЕЛ 7 Надежность автоматизированных систем (3 часа)**

### **Тема 7.1 Обеспечение надежности на этапах проектирования и эксплуатации автоматизированных систем (2 часа)**

Основные понятия и определения надежности автоматизированных систем. Показатели надежности. Обеспечение надежности на этапах проектирования. Общие сведения и примеры расчета надежности каналов МПСА. Виды резервирования: структурное, информационное, временное, функциональное. Методы резервирования по способу соединения, способу включения резерва, кратности резервирования, режиму работы резерва, восстанавливаемости резерва. Методы повышения надежности автоматизированных систем. Определение низконадежных элементов систем автоматизации. Надежность резервированных систем. Общие сведения по порядку испытаний на надежность.

### **Тема 7.2 Классификация отказов автоматизированных систем. Порядок учета и анализа отказов оборудования АСУТП МТ (1 час)**

Общие требования к системе выявления, учета, классификации и анализа отказов элементов МПСА. Перечень отказов оборудования АСУТП МТ. Виды и коды отказов по классификации департамента информационных технологий ПАО «Транснефть».

Организация работ по повышению надежности по результатам анализа отказов, произошедших в ОСТ.

## 5 ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ

### 5.1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ раздела/ темы	Наименование тем	Продолжительность обучения, учебный час
1	2	3
<b>1</b>	<b>Основы АСУТП МТ</b>	<b>8</b>
1.1	Назначение, состав и структура АСУТП МТ. Взаимодействие систем	4
1.2	Диагностика технического состояния сетей передачи данных среднего уровня МПСА. Построение технологических сетей передачи данных (ТСПД)	2
1.3	Электропитание и заземление оборудования АСУТП МТ	2
<b>2</b>	<b>Программно-аппаратное обеспечение АСУТП МТ</b>	<b>14</b>
2.1	Типовые схемотехнические решения подключения датчиков и исполнительных механизмов в АСУТП МТ. Алгоритмы и типовые программные модули обработки аналоговых и дискретных сигналов	4
2.2	Основные сведения о применяемом в МПСА и ТМ контроллерном оборудовании	4
2.3	Требования к составу и функциям общестанционных и агрегатных защит. Аппаратная и программная реализация защит. Требования к ПО МПСА и ТМ среднего и верхнего уровней	6
<b>3</b>	<b>Информационная безопасность АСУТП МТ</b>	<b>2</b>
3.1	Типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности в сетевом оборудовании АСУТП МТ	2
<b>4</b>	<b>Основы теории автоматического управления</b>	<b>4</b>
4.1	Алгоритм работы САРД	4
<b>5</b>	<b>Проектирование АСУТП МТ</b>	<b>4</b>
5.1	Стадии создания автоматизированных систем	2
5.2	Графическое изображение и техника чтения схем АСУТП МТ	2
<b>ИТОГО</b>		<b>32</b>

## 5.2 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ

### **РАЗДЕЛ 1 Основы АСУТП МТ (8 часов)**

#### **Тема 1.1 Назначение, состав и структура АСУТП МТ. Взаимодействие систем (4 часа)**

Анализ конфигурации средств информационного обмена КЦ МПСА – АРМ МДП, КЦ МПСА – СДКУ.

Реализация процесса контроля и управления оборудованием линейного объекта средствами системы телемеханики с уровня районного диспетчерского пункта (на примере управления сигналами ТС, ТИ, ТУ, ТР, управления задвижкой с контролем прохождения сигналов).

#### **Тема 1.2 Диагностика технического состояния сетей передачи данных среднего уровня МПСА. Построение технологических сетей передачи данных (ТСПД) (2 часа)**

Подключение, настройка ПЛК и АРМ для передачи данных по протоколам Modbus RTU, Modbus TCP, тестирование сети и диагностика интерфейсных модулей ПЛК с помощью программ ModScan и ModSim. Тестирование и диагностика RIO– сети.

#### **Тема 1.3 Электропитание и заземление оборудования АСУТП МТ (2 часа)**

Диагностика технического состояния резервированных систем бесперебойного питания техническими средствами ИБП по протоколу SNMP.

### **РАЗДЕЛ 2 Программно-аппаратное обеспечение АСУТП МТ (14 часов)**

#### **Тема 2.1. Типовые схмотехнические решения подключения датчиков и исполнительных механизмов в АСУТП МТ. Алгоритмы и типовые программные модули обработки аналоговых и дискретных сигналов (4 часа)**

Реализация обработки измеряемого параметра с применением типовых программных модулей.

#### **Тема 2.2 Основные сведения о применяемом в МПСА и ТМ контроллерном оборудовании (4 часа)**

Подключение, конфигурирование и диагностика ПЛК (АО «Эмикон», Schneider Electric, B&R, Siemens, Prosoft Systems).

#### **Тема 2.3 Требования к составу и функциям общестанционных и агрегатных защит. Аппаратная и программная реализация защит. Требования к ПО МПСА и ТМ среднего и верхнего уровней (6 часов)**

Проверка работоспособности алгоритма работы задвижки, поиск и устранение ошибок в программном обеспечении алгоритма работы задвижки.

Проверка работоспособности алгоритмов функционирования общестанционных защит в МПСА, поиск и устранение ошибок в ПО (АО «Эмикон», Schneider Electric, B&R, Siemens, Prosoft Systems).

Проверка работоспособности алгоритмов функционирования защит магистрального насосного агрегата в МПСА, поиск и устранение ошибок в ПО (АО «Эмикон», Schneider Electric, B&R, Siemens, Prosoft Systems).

### **РАЗДЕЛ 3 Информационная безопасность АСУТП МТ (2 часа)**

#### **Тема 3.1 Типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности в сетевом оборудовании АСУТП МТ (2 часа)**

Настройка параметров конфигурации управляемых коммутаторов второго и третьего уровней, маршрутизатора и межсетевого экрана с целью обеспечения информационной безопасности.

### **РАЗДЕЛ 4 Основы теории автоматического управления (4 часа)**

#### **Тема 4.1 Алгоритм работы САРД (4 часа)**

Типовая методика настройки САРД. Расчет параметров САРД.

Настройка САРД с использованием ПТК САР на стенде – имитаторе со встроенной математической моделью участка МТ.

### **РАЗДЕЛ 5 Проектирование АСУТП МТ (4 часа)**

#### **Тема 5.1 Стадии создания автоматизированных систем (2 часа)**

Проведение экспертизы конструкторской документации АСУТП МТ (функциональных схем автоматизации и электрических принципиальных схем).

#### **Тема 5.2 Графическое изображение и техника чтения схем АСУТП МТ (2 часа)**

Чтение функциональных и электрических принципиальных схем автоматизации.

## **6 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ**

Итоговая аттестация состоит из теоретического экзамена и экзаменационной практической работы. Оценка за итоговую аттестацию определяется методом расчета средней оценки за теоретический экзамен и экзаменационную практическую работу.

Качество ответов на вопросы теоретического экзамена и выполнения практической экзаменационной работы оценивается экзаменационной комиссией образовательной организации, в состав которой может входить представитель заказчика.

По результатам итоговой аттестации оформляется протокол.

Лицам, получившим положительные оценки, выдается документ установленного образовательной организацией образца, подтверждающий обучение на настоящих курсах.

№ п/п	Этапы итоговой аттестации	Продолжительность обучения, учебный час
1	2	3
1	Консультации	1
2	Теоретический экзамен	1
3	Экзаменационная практическая работа	2
ИТОГО		<b>4</b>

#### **6.1 Консультации**

Приводится информация о порядке проведения итоговой аттестации.

#### **6.2 Теоретический экзамен**

Теоретический экзамен проводится в устной форме по билетам. Допускается проведение теоретического экзамена в форме тестирования.

Примерный перечень экзаменационных вопросов по разделам программы представлен ниже.

### **РАЗДЕЛ 1 Объекты МТ. Технология перекачки нефти и нефтепродуктов. Технологическое оборудование**

1. Поясните сущность кавитации.
2. Поясните сущность гидравлического удара.
3. Назовите площадочные объекты магистрального нефтепровода, их назначение.
4. Назовите линейные объекты магистрального нефтепровода, их назначение.
5. Охарактеризуйте магистральные и подпорные агрегаты, поясните назначение и принцип работы.
6. Назовите вспомогательные системы нефтеперекачивающей станции, их назначение.

7. Перечислите сооружения, отображаемые на технологических схемах перекачки нефти.

8. Изобразите условные технологические схемы головной и промежуточной НПС.

## **РАЗДЕЛ 2 Основы АСУТП МТ**

1. Поясните структуру МПСА площадочного объекта. Охарактеризуйте функции уровней МПСА площадочного объекта.

2. Назовите требования к параметрам и функциям оборудования уровней МПСА.

3. Опишите состав, структуру и функции среднего уровня МПСА.

4. Опишите состав, структуру и функции верхнего уровня МПСА.

5. Охарактеризуйте взаимодействие уровней управления объектами МТ в масштабе ПАО «Транснефть».

6. Опишите состав, структуру и требования к системе ИТМ.

7. Охарактеризуйте организацию обмена данными между объектами линейной части МТ и СДКУ, а также оборудование, интерфейсы и протоколы, используемые для информационного обмена.

8. Охарактеризуйте назначение и перечислите основные требования к системам ЕСДУ, СДКУ, СОУ, СКСВ.

9. Охарактеризуйте взаимодействие МПСА площадочного объекта с СТМ, МПСА ПТ, МПСА сторонних организаций, а также оборудование, интерфейсы и протоколы, используемые для информационного обмена.

10. Назовите назначение, охарактеризуйте принципы построения и перечислите основные требования к ЦСПА.

11. Назовите назначение, охарактеризуйте принципы построения и перечислите основные требования к АСМЭ.

12. Опишите структуру построения ПТК РП и назовите особенности его реализации.

13. Приведите обзор современных сетей связи. Перечислите и охарактеризуйте современные топологические архитектуры и их разновидности.

14. Охарактеризуйте сетевые протоколы передачи данных. Опишите промышленную сеть Modbus. Опишите протокол на базе ГОСТ Р МЭК 60870-5104.

15. Опишите понятие IP-адреса. Приведите правила назначения IP-адресов в АСУТП МТ.

16. Приведите принципы межсетевой передачи данных. Опишите назначение и функции моста, хаба, коммутатора, маршрутизатора, межсетевого экрана.

17. Охарактеризуйте требования к электропитанию оборудования МПСА и ЛТМ.
18. Назовите назначение системы заземления оборудования МПСА и ЛТМ. Перечислите основные требования по заземлению кабелей и оборудования систем автоматизации.
19. Дайте классификацию, назовите назначение и перечислите характеристики источников бесперебойного питания.
20. Приведите и охарактеризуйте схемы резервирования источников бесперебойного питания.

### **РАЗДЕЛ 3 Программно-аппаратное обеспечение АСУТП МТ**

1. Охарактеризуйте схемы подключения контрольно-измерительных приборов.
2. Назовите состав и опишите структуру алгоритмов типовых программных модулей обработки аналоговых и дискретных сигналов.
3. Назовите состав и опишите структуру алгоритмов типовых программных модулей алгоритмов управления исполнительными механизмами.
4. Назовите и охарактеризуйте типы БУР и ПО для управления задвижками, применяемые в АСУТП.
5. Перечислите параметры и опишите методы настройки БУР и программного обеспечения. Охарактеризуйте схемы подключения БУР.
6. Опишите алгоритмы пуска МНА (ПНА).
7. Опишите основные типы применяемого в МПСА и ТМ контроллерного оборудования.
8. Опишите архитектуру, технические характеристики, конфигурацию ПЛК и средства программирования на примере контроллеров АО «Эмикон».
9. Опишите архитектуру, технические характеристики, конфигурацию ПЛК и средства программирования на примере контроллеров Schneider Electric.
10. Опишите архитектуру, технические характеристики, конфигурацию ПЛК и средства программирования на примере контроллеров В&R.
11. Опишите архитектуру, технические характеристики, конфигурацию ПЛК и средства программирования на примере контроллеров Siemens.
12. Опишите архитектуру, технические характеристики, конфигурацию ПЛК и средства программирования на примере контроллеров Prosoft Systems.
13. Назовите и охарактеризуйте состав программного обеспечения модулей контроля и управления МНА (ПНА), модулей управления вспомогательными системами.

14. Опишите взаимодействие алгоритмических программных модулей.
15. Назовите назначение алгоритмического модуля UMPNA и перечислите его функции.
16. Назовите назначение алгоритмического модуля UVS и перечислите его функции.
17. Назовите назначение алгоритмического модуля UZD и перечислите его функции.
18. Назовите назначение алгоритмического модуля KGMPNA и перечислите его функции.
19. Назовите назначение алгоритмического модуля MPT и перечислите его функции.
20. Назовите назначение алгоритмического модуля ATP и перечислите его функции.
21. Опишите назначение агрегатных защит. Охарактеризуйте действия технологического оборудования при срабатывании агрегатной защиты МНА (ПНА).
22. Назовите входы защит и охарактеризуйте резервирование источников защит.
23. Опишите схемотехнические решения по контролю целостности цепей источников защит.
24. Перечислите признаки недостоверности сигналов входов защит и опишите действия системы автоматизации при недостоверности сигналов.
25. Перечислите защиты резервуарного парка. Опишите действия технологического оборудования при срабатывании защит.
26. Охарактеризуйте защиты по отсутствию связи КЦ МПСА НПС с УСО, отключению МНС (ПНС) кнопкой «Стоп». Опишите действия технологического оборудования при срабатывании защиты.
27. Охарактеризуйте защиту объектов МТ от утечек в воздушное пространство паров нефти/нефтепродукта. Опишите действия технологического оборудования при срабатывании защит.
28. Охарактеризуйте защиты по избыточному давлению в технологических трубопроводах НПС. Опишите действия технологического оборудования при срабатывании защит.

#### **РАЗДЕЛ 4 Информационная безопасность АСУТП МТ**

1. Опишите порядок разработки модели нарушителя АСУТП.
2. Опишите порядок классификации АСУТП МТ в зависимости от уровня значимости (критичности) обрабатываемой в ней информации.
3. Охарактеризуйте типовые угрозы информационной безопасности в АСУТП МТ.

4. Охарактеризуйте основные нормативно-правовые акты РФ в области информационной безопасности.
5. Опишите порядок обеспечения информационной безопасности на всех этапах жизненного цикла АСУТП МТ.
6. Назовите основные требования к мерам и способам обеспечения информационной безопасности в АСУТП МТ.
7. Охарактеризуйте типовые технические решения по реализации мер обеспечения информационной безопасности на АРМ АСУТП МТ.
8. Охарактеризуйте модели угроз АСУТП МТ.
9. Опишите порядок настройки локальных политик безопасности для разных групп пользователей.
10. Способы обеспечения контроля целостности системного ПО.
11. Опишите мероприятия по обеспечению информационной безопасности активного сетевого оборудования.
12. Опишите применение антивирусного ПО при обеспечении информационной безопасности АСУТП МТ.

## **РАЗДЕЛ 5 Основы теории автоматического управления**

1. Опишите принципы регулирования в системах автоматического управления. Назовите и охарактеризуйте типовые динамические звенья САУ.
2. Назовите и охарактеризуйте показатели качества процесса регулирования. Охарактеризуйте ПИД-регуляторы в САУ и типовые САР при перекачке нефти в МТ.
3. Перечислите требования, предъявляемые к САРД. Опишите блок-схемы САРД с регулированием дросселированием и регулированием угловой скорости насоса с помощью частотно-регулируемого электропривода.
4. Опишите настройку САРД на объектах ОСТ.
5. Опишите работу алгоритмов работы САР при регулировании давления изменением положения исполнительного механизма регулирующей арматуры: модуль выбора достоверного датчика для использования в алгоритме регулирования; модуль выбора уставки; модуль работы рамповой функции; модуль вычисления скорости изменения параметра по каждому регулируемому параметру; модуль вычисления ошибки регулирования.
6. Опишите работу алгоритмов работы САР при регулировании давления изменением положения исполнительного механизма регулирующей арматуры: модуль

вычисления коэффициента демпфирования по положению для каждой заслонки; модуль вычисления коэффициента демпфирования по перепаду; модуль нормализации ошибки регулирования по давлению на входе и на выходе МНС; модуль выбора регулятора; модуль вычисления скорости задания на ПЧ.

7. Опишите работу алгоритмов работы САР при регулировании давления изменением положения исполнительного механизма регулирующей арматуры: модуль корректировки скорости задания от выбранного регулятора путем применения коэффициентов демпфирования для каждой заслонки; модуль формирования команды и амплитуды воздействия на заслонку для каждой заслонки; модуль синхронизации положения УРД; модуль формирования выходных аналоговых сигналов для каждой заслонки; модуль формирования выходных дискретных сигналов для каждой заслонки.

8. Опишите работу алгоритмов работы САР методом изменения частоты вращения вала электродвигателя: модуль (CHECK\_COLL\_SPEED) определения параметров состояния группы насосных агрегатов; модуль (CHECK\_RAMP) безопасного пуска 2-го и последующих МНА; модуль (RAMP\_SPEED\_OFFSET) снижает темп разгона ЧПП в случае необходимости безопасного пуска 2-го и последующих МНА; модуль (RAMP\_SETPOINT\_OFFSET) задает значение уставки для регулятора в случае необходимости безопасного пуска 2-го и последующих МНА; модуль (PID\_FILTER) дополнительной фильтрации сигнала.

9. Опишите работу алгоритмов работы САР методом изменения частоты вращения вала электродвигателя: модуль (PID\_VELOCITY) вычисления скорости; модуль (PID\_COEF\_SCALE) масштабирования коэффициентов регулятора; модуль (PID\_ERROR) вычисления ошибки регулирования; модуль (PID\_ZONES) задания зон; модуль (PID\_REG) вычисления приращения задания регулирования.

10. Опишите работу алгоритмов работы САР методом изменения частоты вращения вала электродвигателя: модуль (PID\_SELECT) выбора регулятора; модуль (COLL\_OUT) вычисления точного задания скорости в коллекторе; модуль (COLL\_ROUND) округления точного задания скорости в коллекторе; модуль (SPEED\_SELECT) выбора частоты задания на ЧПП; модуль (CHRP\_SPEED\_SET\_CONTROL) корректировки скорости для задания на ЧПП.

11. Опишите структуру системы цифровой обработки аналоговых сигналов. Сформулируйте теорему Котельникова.

12. Назовите источники погрешностей при цифровой обработке сигналов. Опишите принципы и алгоритмы цифровой фильтрации.

## **РАЗДЕЛ 6 Проектирование АСУТП МТ**

1. Назовите основные стадии создания автоматизированной системы.
2. Дайте характеристику каждому этапу создания автоматизированной системы.
3. Перечислите порядок согласования технического задания.
4. Опишите буквенные обозначения средств автоматизации в функциональных схемах.
5. Назовите основные требования к оформлению схем автоматизации.
6. Назовите основные требования к оформлению принципиальных электрических схем.
7. Перечислите основные требования к составу конструкторской документации.
8. Назовите задачи, ставящиеся при экспертизе конструкторской документации.
9. Перечислите порядок правил внесения изменений в конструкторскую документацию.
10. Опишите порядок выполнения корректировки конструкторской документации.
11. Назовите состав и опишите содержание функциональных требований.
12. Перечислите порядок организации работ по корректировке и доработке ПО.
13. Перечислите порядок проведения работ по корректировке и доработке ПО.
14. Опишите структуру дерева проектных папок.

## **РАЗДЕЛ 7 Надежность автоматизированных систем**

1. Перечислите и охарактеризуйте показатели надежности.
2. Назовите и дайте определения методов резервирования по виду резервирования, способу соединения, способу включения резерва, кратности резервирования, режима работы резерва.
3. Перечислите и охарактеризуйте методы повышения надежности автоматизированных систем.
4. Охарактеризуйте расчетно-логические схемы систем с постоянным резервированием, резервированием замещением, скользящим резервированием и мажоритарным резервированием.
5. Опишите порядок выявления и расследования отказов оборудования АСУТП МТ. Порядок разработки ТСБ.

6. Назовите возможные отказы оборудования нижнего, среднего и верхнего уровней АСУТП МТ. Перечислите виды и коды отказов по классификации департамента информационных технологий ПАО «Транснефть».

### **6.3 Экзаменационная практическая работа**

Проводится в форме практической работы, в рамках которой необходимо выполнить:

- поиск и устранение ошибок в конфигурации средств информационного обмена КЦ МПСА – АРМ МДП, КЦ МПСА – СДКУ;
- поиск и устранение ошибок в конфигурации ПО каналов ТС, ТИ, ТУ и ТР системы линейной телемеханики с контролем прохождения сигналов;
- поиск и устранение ошибок в конфигурации ПО управления задвижкой с контролем прохождения сигналов;
- конфигурирование программного обеспечения КЦ МПСА для реализации обработки измеряемого параметра;
- поиск и устранение ошибок в конфигурации программного обеспечения КЦ МПСА для реализации обработки измеряемого параметра;
- конфигурирование программируемого логического контроллера, применяемого в ПАО «Транснефть»;
- диагностирование программируемого логического контроллера, применяемого в ПАО «Транснефть»;
- определение ошибок в программном обеспечении путем анализа работы алгоритма защит МНА (ПНА);
- определение ошибок в программном обеспечении путем анализа работы алгоритма защит МНС (ПНС);
- поиск и устранение ошибок в программном обеспечении алгоритма работы задвижки;
- загрузка конфигурационного файла в управляемое сетевое оборудование (коммутатор L2/L3, маршрутизатор, межсетевой экран);
- отключение сетевых протоколов и сервисов управляемого сетевого оборудования, несущих потенциальную угрозу информационной безопасности;
- проверка текущей конфигурации VLAN и адресации;
- настройка защиты порта коммутационного оборудования (secure mode);
- добавление правила в список контроля доступа (ACL);
- по заданной статической характеристике контура регулирования входного

давления САРД внести данные в приложение SCADA на панельном компьютере;

- по заданной статической характеристике контура регулирования выходного давления САРД внести данные в приложение SCADA на панельном компьютере;

- по заданным графикам зависимости коэффициента демпфирования по давлению от перепада давления на заслонке и коэффициента демпфирования по положению от угла поворота заслонки САРД внести данные в панельный компьютер приложения SCADA;

- определить экспериментально максимальный диапазон регулирования давления на входе САРД по максимально допустимому перепаду давления на заслонках;

- определить экспериментально максимальный диапазон регулирования давления на выходе САРД по максимально допустимому перепаду давления на заслонках;

- провести настройку работы САРД по входу путем ступенчатого регулирования давления САРД на входе НПС с шагом  $0,5 \text{ кг/см}^2$  до создания перепада  $10 \text{ кг/см}^2$ ;

- провести настройку работы САРД по выходу путем ступенчатого регулирования давления САРД на входе НПС с шагом  $0,5 \text{ кг/см}^2$  до создания перепада  $10 \text{ кг/см}^2$ ;

- чтение графической конструкторской документации АСУТП МТ;

- проведение экспертизы конструкторской документации АСУТП МТ на соответствие ЕСКД;

- проведение экспертизы конструкторской документации АСУТП МТ на соответствие нормативной документации ПАО «Транснефть».

Критерии оценивания:

5 (отлично):

- полученные знания свободно применяются при выполнении практических заданий;
- практическая работа выполнена в полном объеме за отведенное время с соблюдением необходимой последовательности действий.

4 (хорошо):

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и слушатель может их исправить при небольшой помощи преподавателя.

3 (удовлетворительно):

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;

- в ходе выполнения работы слушатель продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки.

2 (неудовлетворительно):

– практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у слушателя имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена.

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ**

Материально-техническое обеспечение должно включать следующее оборудование и ПО:

- персональные компьютеры с различными SCADA-системами и средствами связи со всеми контроллерами;
- учебные стенды на базе контроллеров, применяющихся в ПАО «Транснефть» (АО «Эмикон», Schneider Electric, B&R, Siemens, Prosoft Systems);
- учебные стенды, оборудованные датчиками, подключенными через промышленную сеть к контроллерам, а также средствами снятия их метрологических характеристик;
- учебные стенды, оборудованные исполнительными механизмами с БУР, связанные через промышленную сеть с контроллером для реализации управления от цифрового регулятора.

## 8 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

### *А) Нормативно-правовые акты:*

1. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения (с Поправкой ИУС 1-2021)».
2. ГОСТ 27.003-2016 «Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности (с Поправкой ИУС 1-2021)».
3. ГОСТ Р МЭК 61131-1-2016 «Контроллеры программируемые. Часть 1. Общая информация».
4. ГОСТ ИЕС 61131-2-2012 «Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытаниям».
5. ГОСТ 2.503-2013 ЕСКД «Правила внесения изменений».
6. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».
7. ГОСТ 34.201-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем».
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99 «Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель».
9. ГОСТ Р 56498-2015 «Сети коммуникационные промышленные. Защищенность (кибербезопасность) сети и системы. Часть 3. Защищенность (кибербезопасность) промышленного процесса измерения и управления».
10. ОР-03.100.50-КТН-104-16 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Порядок проведения экспертизы конструкторской документации для систем автоматизации».
11. ОР-35.240.50-КТН-111-16 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Порядок учета и анализа отказов оборудования».
12. ОТТ-17.020.00-КТН-253-10 «Магистральный нефтепровод. Контрольно-измерительные приборы. Общие технические требования».
13. РД-35.240.00-КТН-0210-20 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. АСУТП и технологические сети связи организаций системы «Транснефть». Требования к мерам и способам обеспечения информационной безопасности».

14. РД-35.240.00-КТН-232-14 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Термины и определения».

15. РД-35.240.50-КТН-109-17 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Автоматизация и телемеханизация технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Основные положения».

16. РД-35.240.50-КТН-168-19 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Техническое обслуживание и ремонт».

17. РД-35.240.50-КТН-241-19 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы автоматизации и телемеханизации технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Технические решения».

18. РД-35.240.50-КТН-242-19 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы автоматизации и телемеханизации технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Алгоритмические решения».

19. РД-35.240.50-КТН-243-19 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы автоматизации технологического оборудования площадочных объектов. Экранные формы».

20. РД-35.240.50-КТН-244-19 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Системы автоматизации и телемеханизации технологического оборудования площадочных и линейных объектов. Нормы проектирования».

**Б) Учебные и научные источники:**

21. Гвоздева, В. А. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: учеб. для вузов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. - 541 с.

22. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для вузов: в 2 т. Т. 1. Информационные модели / Г. Б. Евгеньев [и др.] / под общ. ред. Г. Б. Евгеньева. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 441 с.

23. Денисенко, А. Н. Компьютерная обработка информации. - М.: Медпрактика-М, 2010. - 252 с.

24. Денисенко, В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием: [науч. изд.]. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009. - 606 с.

25. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. для вузов. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 211 с.

26. Парк, Дж. Сбор данных в системах контроля и управления: практ. пособие / пер. с англ. В. В. Савельева, В. Ф. Кузнецовой. - М.: Группа ИДТ, 2006. - 503 с.

27. Кангин, В. В. Персональные компьютеры в системах управления и автоматизации технологических процессов : учеб. пособие для вузов. - Старый Оскол: ТНТ, 2018. - 302 с.

28. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учеб. и практикум для акад. бакалавриата. - М.: Юрайт, 2016. - 275 с.

**В) Интернет-ресурсы:**

29. Энциклопедия АСУТП: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bookasutp.ru/> (Дата обращения: 02.04.2021).

30. Официальный сайт АО «ЭМИКОН»: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.emicon.ru/> (Дата обращения: 10.03.2021).

31. Официальный сайт B&R Industrial Automation: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.br-automation.com/ru/> (Дата обращения: 10.03.2021).

32. Официальный сайт Schneider Electric: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.se.com/ru/ru/> (Дата обращения: 10.03.2021).

33. Официальный сайт Siemens: [Электронный ресурс]. URL: <https://new.siemens.com/ru/ru.html> (Дата обращения: 12.03.2021).

34. Официальный сайт Прософт-Системы: [Электронный ресурс]. URL: <https://prosoftsystems.ru/> (Дата обращения: 12.03.2021).

35. Официальный сайт промышленной группы «Метран»: [Электронный ресурс]. URL: <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/brands/metran/pages/index.aspx/> (Дата обращения: 02.04.2021).

36. Официальный сайт ЗАО «Альбатрос»: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.albatros.ru/> (Дата обращения: 02.04.2021).

37. Официальный сайт ООО «Синтек»: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sintek-nn.ru/> (Дата обращения: 02.04.2021).

38. Официальный сайт компании Yokogawa: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.yokogawa.ru/> (Дата обращения: 02.04.2021).

**Г) Периодические издания:**

39. Журнал: «Трубопроводный транспорт: теория и практика».

40. Журнал «Современные технологии автоматизации».

41. Журнал «Автоматика и телемеханика» Издательство РАН.

42. Журнал «Информатизация и системы управления в промышленности».