

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Рабочая программа дисциплины (модуля)
**ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Направление и направленность (профиль)
21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП
2023

Форма обучения
очная

Владивосток 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело (утв. приказом Минобрнауки России от 09.02.2018г. №96) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Гребенюк И.В., заместитель руководителя школы, Инженерная школа,
Grebenyuk.IV@vvsu.ru*

Утверждена на заседании кафедры транспортных процессов и технологий от 18.04.2023 , протокол № 8

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кузнецов П.А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1576663924
Номер транзакции	0000000000BDBF26
Владелец	Кузнецов П.А.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства» является формирование у студентов знаний современных средств контроля и автоматизации процессов нефтегазового производства, а также практических навыков компьютерного моделирования систем автоматического регулирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Формирование у студента четких и целостных представлений о математических моделях типовых динамических звеньев систем автоматического регулирования. Что выражается в умении разрабатывать простейшие модели САР при известной передаточной функции объекта регулирования (управления), оценивать динамические и статические характеристики САР, умение оптимизировать работу САР исходя из технологических требований объекта регулирования.

2. Формирование у студента целостных представлений о показателях качества процессов автоматического регулирования, статических и динамических характеристиках процессов регулирования, а также их влияние на технологические процессы.

3. Формирование у студента целостных представлений о методах обеспечения безопасности технологических процессов с применением автоматических устройств, реализованных в конкретных устройствах релейной и цифровой автоматики.

4. Формирование у студента целостных представлений о методах измерения рабочих параметров технологического оборудования, знаний конкретных технических устройств, обеспечивающих автоматический контроль работоспособности оборудования и предупреждения аварийных ситуаций.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
			Код результата	Формулировка результата
21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД)	ОПК-3 : Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента	ОПК-3.2к : применяет на практике элементы производственного менеджмента		Знание основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования
				Умение обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами

				Навык	осуществления обоснованного выбора технических и технологических решений при решении производственных задач
ОПК-4 : Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1к : сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве		Знание	математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования	
			Умение	создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)	
			Навык	интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)	
ОПК-5 : Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.3к : осуществляет выбор подходящих современных информационных технологии для решения задач профессиональной деятельности нефтегазовой отрасли		Знание	методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	
			Умение	создавать диаграммы моделей, производить их настройку и запуск на исполнение, выполнять оценку результатов моделирования	
			Навык	компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства» входит в структуру базовой части учебного плана направления 21.03.01 Нефтегазовое дело.

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттестации
					Всего	Аудиторная			Внеаудиторная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
21.03.01 Нефтегазовое дело	ОФО	Б1.Б	4	3	55	36	18	0	1	0	53	3

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Элементы теории автоматического управления и регулирования		6	2	0	5	Собеседование, практические задания.
2	Электрические датчики механических величин		4	2	0	12	Собеседование, практические задания.
3	Измерение и контроль: температуры, уровня, давления, расхода		8	6	0	9	Собеседование, практические задания.
4	Измерение и контроль вибрации и частоты вращения механизмов. Измерение физико-химических свойств и состава жидкости и газов		8	4	0	9	Собеседование, практические задания.
5	Релейные элементы		4	2	0	9	Собеседование, практические задания.
6	Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации		6	2	0	9	Собеседование, практические задания.
Итого по таблице			36	18	0	53	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Элементы теории автоматического управления и регулирования.

Содержание темы: Общие сведения о системах автоматического управления и регулирования. Математическое описание систем автоматического регулирования. Виды и классификация САР, сравнение преимуществ и недостатков. Устойчивость систем автоматического регулирования. Показатели качества систем автоматического регулирования.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

Тема 2 Электрические датчики механических величин.

Содержание темы: Индуктивные датчики. Емкостные датчики. Индукционные датчики. Вихретоковые датчики. Пьезоэлектрические датчики. Тензометрические датчики (тензорезисторы).

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторным работам.

Тема 3 Измерение и контроль: температуры, уровня, давления, расхода.

Содержание темы: Понятие температуры. Температурные шкалы. Классификация

средств измерения температуры. Манометрические термометры. Измерение температуры термометром сопротивления (терморезистором). Измерение температуры термоэлектрическими термометрами (термопарами). Системы автоматического управления температуры. Общие сведения об измерении уровня. Классификация средств измерения уровня. Уровнемеры непрерывного действия. Сигнализаторы уровня. Системы управления уровнем резервуара. Общие сведения об измерении давления. Классификация СИ давления. Жидкостные манометры. Деформационные манометры. Грузопоршневые манометры. Измерительные преобразователи давления. Особенности эксплуатации и монтажа СИ давления. Системы автоматического управления и контроля давления. Общие сведения об измерении расхода. Классификация СИ расхода. Объемные счетчики. Турбинные (скоростные) расходомеры и счетчики. Расходомеры переменного перепада давления (дроссельные). Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры). Электромагнитные (индукционные) расходомеры. Тепловые расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Расходомеры Кориолиса. Вихретоковые расходомеры. Системы автоматического контроля и управления расходом.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

Тема 4 Измерение и контроль вибрации и частоты вращения механизмов. Измерение физико-химических свойств и состава жидкости и газов.

Содержание темы: Общие сведения об измерении вибрации. Датчики виброперемещения (вибросмещения). Датчики виброскорости. Датчики виброускорения. Системы измерения и анализа вибрации. Измерение частоты вращения. Контроль состава газа. Измерение плотности жидкостей и газов. Измерение вязкости. Измерение влажности.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

Тема 5 Релейные элементы.

Содержание темы: Понятие релейного элемента. Виды реле. Электромагнитные реле постоянного и переменного тока. Их характеристики. Магнитоуправляемые контакты (герконы). Путевые переключающие устройства. Реле времени. Электромагнитные контакторы и магнитные пускатели. Типовые релейные схемы.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

Тема 6 Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации.

Содержание темы: Передача информации в системах телемеханики. Преобразование сообщений для передачи по каналам связи. Кодирование сообщений. Логические функции и логические элементы. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование. Основные элементы цифровых устройств. Микропроцессоры, микропроцессорные системы, программируемые логические контроллеры. Способы передачи цифровой информации. Структура и виды современных АСУ ТП. Промышленные сети передачи данных.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

В ходе изучения данного курса студент слушает лекции по основным темам, посещает практические занятия, занимается индивидуально. Практические занятия предполагают, как индивидуальное, так и групповое выполнение поставленных задач, коллективное обсуждение полученных результатов.

Особое место в овладении данным курсом отводится самостоятельной работе по изучению литературы, электронных изданий, работе с библиотечными и поисковыми системами.

Начиная изучение дисциплины, студенту необходимо:

- ознакомиться с программой, изучить список рекомендуемой литературы;
- внимательно разобраться в структуре курса, в системе распределения учебного материала по видам занятий, формам контроля, чтобы иметь представление о курсе в целом;
- информационные технологии: Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Гладких, Т. Д. Автоматизация технологических процессов в нефтегазовой отрасли

: учебное пособие / Т. Д. Гладких. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 152 с. - ISBN 978-5-9729-0926-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1904163> (дата обращения: 15.05.2024).

2. Гладких, Т. Д., Автоматизация технологических процессов в строительстве скважин : учебное пособие / Т. Д. Гладких. — Москва : Русайнс, 2021. — 106 с. — ISBN 978-5-4365-7125-6. — URL: <https://book.ru/book/940284> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

3. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-521-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1971876> (дата обращения: 15.05.2024).

7.2 *Дополнительная литература*

1. Гладких, Т. Д., Автоматизация технологических процессов в строительстве скважин : учебное пособие / Т. Д. Гладких. — Москва : Русайнс, 2022. — 106 с. — ISBN 978-5-4365-9713-3. — URL: <https://book.ru/book/944796> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

2. Горшкова, К. Л., Некоторые аспекты автоматизации температурного режима первичной подготовки и транспортировки потоков нефти : монография / К. Л. Горшкова, Т. В. Табачникова. — Москва : Русайнс, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-4365-4178-5. — URL: <https://book.ru/book/935224> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

3. Шишмарёв, В. Ю., Основы автоматизации технологических процессов : учебник / В. Ю. Шишмарёв. — Москва : КноРус, 2023. — 406 с. — ISBN 978-5-406-11335-6. — URL: <https://book.ru/book/948627> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

4. Шишмарёв, В. Ю., Основы автоматизации технологических процессов. Практикум : учебно-практическое пособие / В. Ю. Шишмарёв. — Москва : КноРус, 2023. — 368 с. — ISBN 978-5-406-11336-3. — URL: <https://book.ru/book/948628> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

7.3 *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):*

1. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"

2. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"

3. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>

4. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>

5. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Проектор
- Компьютер
- Экран настенный рулонный

Программное обеспечение:

- AutoCAD
- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Направление и направленность (профиль)

21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП
2023

Форма обучения
очная

Владивосток 2023

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД)	ОПК-3 : Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента	ОПК-3.2к : применяет на практике элементы производственного менеджмента
	ОПК-4 : Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1к : сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве
	ОПК-5 : Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.3к : осуществляет выбор подходящих современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности и нефтегазовой отрасли

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ОПК-3 «Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-3.2к : применяет на практике элементы производственного менеджмента		Знание	основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	Сформированное систематическое знание основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования
		Умение	обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами	Сформированное систематическое умение обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров в технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами

		Н ав ы к	осуществления обоснованного выбора технических и технологических решений при решении производственных задач	Сформированное систематическое владение навыками осуществления обоснованного выбора технических и технологических решений при решении производственных задач
--	--	-------------------	---	--

Компетенция ОПК-4 «Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные»

Таблица 2.2 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-4.1к : сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве		Знание	математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования	Сформированное систематическое знание математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования
		Умение	создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)	Сформированное систематическое умение создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)
		Навык	интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)	Сформированное систематическое владение навыками и интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)

Компетенция ОПК-5 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

Таблица 2.3 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-5.3к : осуществляет выбор подходящих современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности нефтегазовой отрасли		Знание	методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	Сформированное систематическое знание методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства

	У м е н е	создавать диаграммы моделей, производить их настройку и запуск на исполнение, выполнять оценку результатов моделирования	Сформированное систематическое умение создавать диаграммы моделей, производить их настройку и запуск на исполнение, выполнять оценку результатов моделирования
	Н а в ы к	компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	Сформированное систематическое владение навыками компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения	Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС		
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения				
РД1	Знание : математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД2	Знание : математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД3	Знание : математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД4	Знание : математических моделей, описывающих САР (системы автоматического регулирования), показателей качества систем автоматического регулирования	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД5	Знание : методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме

РД6	Знание : методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД7	Знание : методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД8	Знание : методики компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД9	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД10	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД11	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.2. Электрические датчики механических величин	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД12	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.2. Электрические датчики механических величин	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД13	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.3. Измерение и контроль: температуры, уровня, давления, расхода	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД14	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.3. Измерение и контроль: температуры, уровня, давления, расхода	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД15	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.4. Измерение и контроль вибрации и частоты вращения механизмов. Измерение физико-химических свойств и состава жидкости и газов	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД16	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.4. Измерение и контроль вибрации и частоты вращения механизмов. Измерение физико-химических свойств и состава жидкости и газов	Собеседование	Зачет в письменной форме

РД17	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.5. Релейные элементы	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД18	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.5. Релейные элементы	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД19	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматизики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД20	Знание : основных методов измерения и контроля рабочих параметров технологического оборудования	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматизики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД21	Навык : интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматизики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД22	Навык : интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматизики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД23	Навык : интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД24	Навык : интерпретации схем САР (систем автоматического регулирования)	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД25	Навык : компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматизики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД26	Навык : компьютерного моделирования процессов управления нефтегазового производства	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматизики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД27	Навык : осуществления обоснованного выбора технических и технологических решений при решении производственных задач	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД28	Навык : осуществления обоснованного выбора технических и технологических решений при решении производственных задач	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Собеседование	Зачет в письменной форме

РД29	Умение : обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами	1.4. Измерение и контроль вибрации и частоты вращения механизмов. Измерение физико-химических свойств и состава жидкости и газов	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД30	Умение : обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами	1.3. Измерение и контроль: температуры, уровня, давления, расхода	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД31	Умение : обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами	1.4. Измерение и контроль вибрации и частоты вращения механизмов. Измерение физико-химических свойств и состава жидкости и газов	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД32	Умение : обоснованно выбирать технические и технологические решения по измерению и контролю параметров технологического оборудования интегрированных в единую САР (систему автоматического регулирования) технологическими процессами	1.3. Измерение и контроль: температуры, уровня, давления, расхода	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД33	Умение : создавать диаграммы моделей, производить их настройку и запуск на исполнение, выполнять оценку результатов моделирования	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД34	Умение : создавать диаграммы моделей, производить их настройку и запуск на исполнение, выполнять оценку результатов моделирования	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме
РД35	Умение : создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Практическая работа	Зачет в письменной форме

РД36	Умение : создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)	1.6. Системы телемеханики. Цифровые устройства автоматики. Современные системы автоматизации	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД37	Умение : создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД38	Умение : создавать простейшие математические модели САР (систем автоматического регулирования)	1.1. Элементы теории автоматического управления и регулирования	Практическая работа	Зачет в письменной форме

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство						
	Устное собеседование	Доклад	Инд. задание №1	Инд. задание №2	Практические занятия	Зачет в письменной форме	Итого
Лекции	10						10
Практические занятия					40		40
Самостоятельная работа		10					10
Промежуточная аттестация			10	10		20	40
Итого							100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.
------------	--------------------------------------	---

5 Примерные оценочные средства

5.1 Собеседование – защита индивидуального задания

1. Tank Radar - безконтактная измерительная система уровня поверхности резервуаров.

2. Система вибродиагностики для неразрушающего контроля и автоматизации нефтегазового оборудования.

3. Назначение и основные технические характеристики программируемых логических контроллеров (ПЛК), используемых в средствах автоматизации процессов нефтегазовой отрасли.

4. Программирование ПЛК. Краткая характеристика стандартных языков программирования ПЛК. Алгоритм выполнения программ.

5. SCADA-система. Основные сведения. Архитектура SCADA-систем.

6. Основные подсистемы SCADA-пакетов. Конфигурирование SCADA-систем. Встроенные языки программирования.

7. DCS-системы. Состав и особенности построения.

8. АСУТП цеха добычи нефти и газа (ЦДНГ) на базе технических средств фирмы Control Microsystem.

9. АСУТП центрального пункта сбора (ЦПС) на базе технических средств фирмы Schneider Electric.

10. АСУТП комплексного сборочного пункта (КСП) на базе технических средств Allen-Bradley.

11. АСУТП цеха поддержания пластового давления на (ЦППД) на базе технических средств фирмы Emerson.

12. Автоматизированные системы обеспечения газовой защиты объектов нефтегазовой отрасли.

Краткие методические указания

Собеседование проводится как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством опроса по одному вопросу из каждого представленного выше раздела.

Самостоятельная работа выполняется в виде доклада, подготовленного в форме презентации по выбранной тематике. Презентация должна состоять из слайдов, последовательно раскрывающих тему доклада. При подготовке презентации приветствуется использование мультимедийных технологий, улучшающих оформление и представление материала. Оценивание самостоятельной работы происходит в виде семинара, на котором студенты выступают с докладами.

Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

Шкала оценки

Шкала оценки собеседование

Оценка	Баллы	Описание
отлично	10	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, используя профессиональную терминологию

хорошо	7	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, но затрудняется в формулировке профессиональных терминов
удовлетворительно	5	Студент правильно, но неполно и нечетко отвечает на поставленный вопрос и затрудняется в формулировке профессиональных терминов
плохо	3	Студент неправильно отвечает на поставленный вопрос
неудовлетворительно	1-2	Студент не отвечает на поставленный вопрос

Шкала оценки доклад и индивидуальное задание

Оценка	Баллы	Описание
отлично	10	Студент демонстрирует систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой
хорошо	7	Студент демонстрирует на среднем уровне знание учебного материала, усвоил основную литературу, рекомендованной программой
удовлетворительно	5	Студент демонстрирует базовые знания учебного материала, усвоил основную литературу, недостаточно раскрыта тема
плохо	3	Студент демонстрирует поверхностное знание учебного материала
неудовлетворительно	1-2	Тема не раскрыта

5.2 Примеры заданий для выполнения практических работ

Занятие 1. Системы автоматического регулирования.

1. Принципы работы систем автоматического регулирования.
2. Принцип обратной связи.
3. Замкнуты и разомкнутые системы.
4. Системы, действующие по возмущения и по отклонению.
5. Комбинированные системы.

Занятие 2. Условные обозначение САР.

1. Изучение нормативной документации по стандартам условных обозначений в системах автоматического регулирования.
2. ГОСТ 21.208-2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначение условные приборов и средств автоматизации в схемах.
3. РД-35-240.00-КТН-207-08 Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов. Основные положения.

Занятие 3. Схемы автоматического регулирования температуры в нефтегазовой отрасли.

1. Исследование типовых систем регулирования и контроля температуры, используемых в процессах нефтегазовой отрасли.
2. Устройство манометрических термометров.
3. Измерение температуры термоэлектрическими термометрами (термопарами).
4. Измерение температуры термометрами сопротивления (терморезисторами).

Занятие 4. Схемы автоматического регулирования уровня в резервуаре.

1. Исследование типовых систем регулирования и контроля уровня резервуарных парков.
2. SAAB ROSEMOUNT Tank Radar - бесконтактная измерительная система уровня поверхности резервуаров.

Занятие 5. Схемы автоматического регулирования и контроля давления.

1. Исследование типовых систем регулирования и контроля давления в емкостях и трубопроводах.
2. Устройство жидкостных, деформационных, грузопоршневых манометров.
3. Устройство и принцип действия измерительных преобразователей давления.

Занятие 6. Схемы автоматического регулирования и измерения расхода.

1. Исследование типовых систем регулирования и измерения расхода.
2. СИКН – система измерений количества и показателей качества нефти/нефтепродуктов.

Занятие 7. Схемы автоматического (непрерывного) контроля состояния механизмов.

1. Исследование типовых систем измерения и контроля вибрации и частоты вращения механизмов.

2. Агрегатные защиты основных технологических комплексов НПС.

Краткие методические указания

Для того, чтобы подготовиться к практическому занятию, сначала следует ознакомиться с соответствующим текстом учебника (лекции). Подготовка к практическому занятию начинается после изучения задания и подбора соответствующих литературы и нормативных источников. Работа с литературой может состоять из трёх этапов - чтение, конспектирование и заключительное обобщение сути изучаемой работы. Подготовка к практическим занятиям, подразумевает активное использование справочной литературы (энциклопедий, словарей, альбомов схем и др.) и периодических изданий. Владение понятийным аппаратом изучаемого курса является необходимостью.

Выполненная работа должна быть оформлена в письменном виде и представлена в виде доклада на практическом занятии.

Шкала оценки

№	Баллы по результатам итоговой оценки	Описание
отлично	40	Обучающийся показывает высокий уровень знаний при выполнении заданий
хорошо	36	Обучающийся показывает хороший уровень знаний при выполнении заданий
удовлетворительно	30	Обучающийся показывает средний уровень знаний при выполнении заданий
плохо	24	Обучающийся показывает низкий уровень знаний при выполнении заданий
неудовлетворительно	0-16	Обучающийся не продемонстрировал знаний по теме при выполнении заданий.

5.3 Вопросы к зачету (письменная форма)

1. Что такое САР?
2. Какие существуют два основных принципа действия САР?
3. Что такое способность системы возвращаться к заданному установившемуся состоянию после приложения или снятия внешнего возмущения?
4. Какая характеристика элементов САР описывает зависимость объекта выходной величины от входной в установившемся режиме?
5. Как называется одно из типовых элементарных динамических звеньев САР, у которого выходная величина пропорциональна скорости изменения входной величины?
6. Каким методом можно рассчитать параметры настройки регулятора?
7. В чём заключается интегральный закон регулирования?
8. Какой элемент используется для улучшения показателей качества работы систем автоматизации, который заключается в изменении параметров (коэффициента усиления, постоянных времени и др.) или структуры системы?
9. Какой регулятор применяют в объектах с малым запаздыванием или постоянной нагрузкой и которые могут быть рекомендованы для одноёмкостных объектов без самовыравнивания?
10. Как называется вид резисторных датчиков, которые преобразуют перемещение первичного элемента в скачкообразное изменение сопротивления электрической цепи?
11. По какому принципу работают термометры расширения?
12. Как называются устройства, предназначенные для мониторинга наполнения ёмкостей с жидкими или сыпучими продуктами?
13. Как называется коммутационный аппарат, электромагнитный, слаботочный или иной элемент автоматических устройств, который при воздействии на него внешних

физических явлений скачкообразно принимает конечное число значений выходной величины?

14. Как называется комплекс технических средств для передачи на расстояние по каналам радиосвязи или проводным линиям связи команд от оператора или управляющей вычислительной машины к объектам управления, а также контрольной информации в обратном направлении?

15. Каких видов по способу функционирования могут быть цифровые устройства?

16. Как называется электронное логическое устройство для автоматического управления различным оборудованием или технологическими линиями?

17. Что такое SCADA?

18. Режим работы цифровых устройств, при котором сигналы на входах и выходах элементов меняются в процессе работы.

19. Какая система предназначена для снижения воздействия на магистральный нефтепровод волны давления, возникающей при пуске или остановке нефтепровода?

20. Какие параметры контролируются системой управления резервуарным парком?

Краткие методические указания

Зачет в письменной форме проводится как контроль знаний, которыми обладает студент, на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанный на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения материала проверяется посредством оценивания полноты ответа студента по разделам дисциплины в соответствии с контрольными вопросами.

Шкала оценки

№	Баллы	Описание
отлично	20	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, используя профессиональную терминологию
хорошо	18	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, но затрудняется в формулировке профессиональных терминов
удовлетворительно	15	Студент правильно, но неполно и нечетко отвечает на поставленный вопрос и затрудняется в формулировке профессиональных терминов
плохо	12	Студент неправильно отвечает на поставленный вопрос
неудовлетворительно	0-8	Студент не отвечает на поставленный вопрос

**КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

5 Примерные оценочные средства

5.1 Собеседование – защита индивидуального задания

1. Tank Radar - безконтактная измерительная система уровня поверхности резервуаров.

Назначение средства измерений

Уровнемеры радарные Rosemount TankRadar (далее - уровнемеры) предназначены для бесконтактного автоматического непрерывного измерения уровня жидкости в резервуаре.

Описание средства измерений

Уровнемеры представляют собой автономные устройства и состоят из электронного блока и RF-преобразователя с выводом волновода. RF-преобразователь смонтирован в нижней части электронного блока и имеет вывод волновода для распространения микроволн, поступающих в резервуар.

Общий вид уровнемеров представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид уровнемеров

2. Система вибродиагностики для неразрушающего контроля и автоматике нефтегазового оборудования.

Принцип вибродиагностики заключается в оценке параметров вибрации работающего оборудования. На основе полученных данных делаются выводы о наличии неисправностей и дефектов, делаются выводы о состоянии объекта мониторинга в целом, а также строится прогноз. По результатам диагностики нефтегазового оборудования (насосы, газовые и гидравлические турбины, нагнетатели, компрессоры, вентиляторы, дымососы, воздуходувки, редукторы и т.д.)

проводятся работы по устранению причин повышенной вибрации, в том числе балансировка и центровка.

Данный метод диагностики промышленного оборудования достаточно информативен, эффективность его применения дает очень хорошие результаты.

3. Назначение и основные технические характеристики программируемых логических контроллеров (ПЛК), используемых в средствах автоматизации процессов нефтегазовой отрасли.

Управление технологическими процессами добычи нефти и газа сводится к управлению оборудованием - электроцентробежными или штанговыми насосами, групповыми замерными установками, кранами. Управление реализуется командами **открыть, закрыть, включить, выключить, остановить, запустить** (дискретное управление). Практически отсутствует непрерывное управление технологическими параметрами с обратной связью. Широко развиты функции контроля, сигнализации аварийных ситуаций, блокировок.

Для автоматизации непрерывных технологических процессов подготовки нефти и газа, заводских процессов переработки нефти и газа, а также нефтехимических процессов наиболее адаптированы **DCS-системы**. В таких системах все известные функции автоматизации распределены между различными аппаратными средствами системы управления. Каждый компонент системы узко специализирован и «занимается своим делом». Наиболее характерная черта управляющих процессоров DCS-систем - способность поддерживать от нескольких десятков до нескольких сот контуров ПИД-регулирования.

4. Программирование ПЛК. Краткая характеристика стандартных языков программирования ПЛК. Алгоритм выполнения программ.

Язык релейной логики (LD).

Язык релейной логики используется для описания логических выражений различного уровня сложности с помощью электромеханических элементов (реле и контактов). На языке релейной логики проще всего и наглядней реализуются логические операции, такие как И, ИЛИ, НЕ. Язык программирования LD предусматривает также выполнение условных переходов между блоками программы.

Язык последовательных функциональных схем (SFC).

Реализует последовательность процедурных шагов и условных переходов. На каждом шаге выполняется конкретное действие, запрограммированное пользователем. Переход между шагами осуществляется после выполнения логических условий, назначенных данным условным переходам.

Язык инструкций (IL).

Текстовый язык низкого уровня. Принцип программирования, команды и структура записи команд такая же, как и у языков ассемблерного типа. Язык инструкций (IL) стандартизован и не зависит от используемой аппаратной платформы. Каждая инструкция может содержать четыре поля, разделяемых пробелами или знаками табуляции. Структура записи команд в языке инструкций выглядит следующим образом:

<Метка>: <Оператор> + <Модификатор> <Операнд> <Комментарий>

5. SCADA-система. Основные сведения. Архитектура SCADA-систем.

В настоящее время SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных) является наиболее перспективной технологией автоматизированного управления во многих отраслях промышленности.

Управление технологическими процессами на основе SCADA-систем стало осуществляться в передовых западных странах в 80-е годы XX века. В России переход к управлению на основе SCADA-систем стал осуществляться несколько позднее, в 90-е годы.

SCADA-системы наилучшим образом применимы для автоматизации управления непрерывными и распределенными процессами, какими являются нефтегазовые технологические процессы.

Системы реального времени бывает двух типов: системы жесткого реального времени и системы мягкого реального времени.

Master Terminal Unit (MTU) - диспетчерский пункт управления (главный терминал); осуществляет обработку данных и управление высокого уровня, как правило, в режиме мягкого реального времени. Одна из основных функций - обеспечение интерфейса между человеком-оператором и системой. MTU может быть реализован в самом разнообразном виде - от одиночного компьютера с дополнительными устройствами подключения к каналам связи до больших вычислительных систем и/или объединенных в локальную сеть рабочих станций и серверов.

Communication System (CS) - коммуникационная система (каналы связи), необходима для передачи данных с удаленных точек (объектов, терминалов) на центральный интерфейс оператора-диспетчера и передачи сигналов управления на RTU.

6. Основные подсистемы SCADA-пакетов. Конфигурирование SCADA-систем. Встроенные языки программирования.

Для реализации рассмотренных в разделе 2.1 базовых функций SCADA-системы разработчику потребуется, как минимум:

организовать взаимодействие SCADA-пакета с аппаратными средствами автоматизации (контроллерами);

создать графический интерфейс для диспетчера/оператора, т.е. отображение технологического процесса и значений параметров на динамизированных мнемосхемах;

обеспечить оперативный персонал информацией о ситуациях, связанных с отклонением технологических параметров от заданных значений, о предаварийном состоянии оборудования и т.п.;

настроить систему регистрации и архивирования данных и их представление на мониторе в виде трендов, что позволит оператору и специалистам проводить анализ состояния процесса и оборудования.

Взаимодействие SCADA-пакетов с контроллерами

Сбор данных и управление предполагают перемещение информации между объектом и станцией оператора. Обязательным промежуточным звеном в этой цепочке является контроллер. Взаимодействие контроллера, как поставщика и приемника информации, со SCADA-системой обеспечивается драйверами (раздел 2.3). Какие драйверы поставляются с тем или иным SCADA-пакетом, как установить драйвер, какие диалоги при этом должны быть заполнены, какая информация потребуется разработчику, имеется ли инструментарий для разработки собственных драйверов? На эти и многие другие вопросы еще предстоит ответить.

Графический интерфейс

Качество отображения информации на мнемосхемах определяется характеристиками графических возможностей пакетов. К ним можно отнести графический редактор, возможность создания объемных изображений, наличие библиотек и разнообразие графических заготовок и готовых объектов, богатство инструментария, многообразие динамических свойств элементов мнемосхем, форматы импортируемых изображений, наличие инструментария для создания растровых рисунков, наличие и возможности многооконных режимов и т. п.

Для решения подобных задач SCADA-пакеты предлагают различные решения: готовые сложные объекты с заданным набором динамических свойств, хранящиеся в специальных библиотеках;

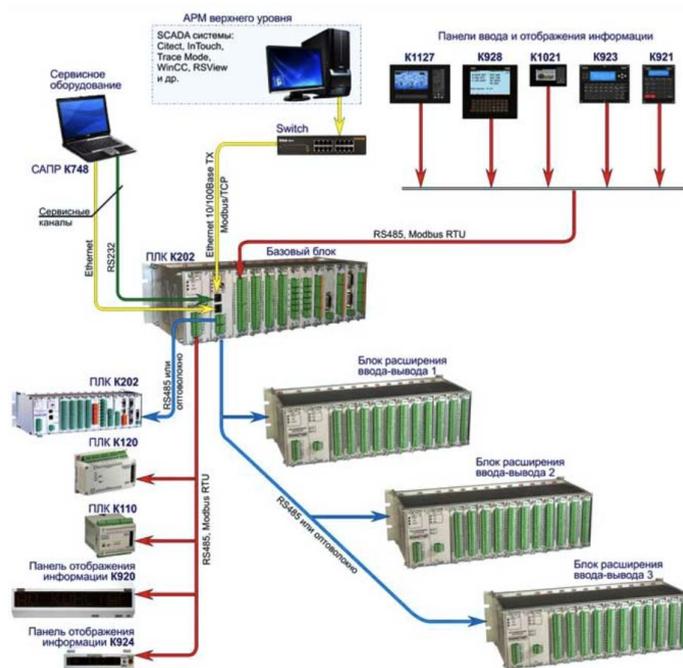
инструментарий для их создания с возможностью сохранения в библиотеке для многократного использования.

Разработчику надо лишь выбрать требуемый объект из библиотеки, вставить его в графическую страницу и в появившийся на экране диалог ввести имя/имена переменной/переменных.

7. DCS-системы. Состав и особенности построения.

РАСПРЕДЕЛЁННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ (PCY) (DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM, DCS) — система управления технологическим процессом, отличающаяся построением распределённой системы ввода-вывода и децентрализацией обработки данных.

PCY можно определить — как систему, состоящую из множества устройств, разнесенных в пространстве, каждое из которых не зависит от остальных, но взаимодействует с ними для выполнения общей задачи.



Все это, разумеется, делает начальную цену PCY более высокой по сравнению с ПЛК+СКАДА, но на порядок снижает время разработки и внедрения.

8. АСУТП цеха добычи нефти и газа (ЦДНГ) на базе технических средств фирмы Control Microsystem.

Контроллеры TeleSAFE Micro16, SCADAPack и SmartWIRE используют один набор модулей ввода/вывода, что позволяет в любой момент наращивать функции, реализуемые системой сбора данных и управления. На базе коммуникационного контроллера SmartWIRE может быть создана система телепередачи данных без программирования.

9. АСУТП центрального пункта сбора (ЦПС) на базе технических средств фирмы Schneider Electric.

Сегодня компания Schneider Electric активно развивает концепцию Smart Field («умное месторождение») — целый комплекс интеллектуальных технологий, позволяющий не просто автоматизировать добычу, но и управлять ею в режиме реального времени. Smart Field начинается с автоматизации технологических и производственных процессов (уровень MES). Один из ключевых компонентов концепции — система Foxboro NetOil&Gas, позволяющая измерять дебит

скважины непосредственно в устье и определять показатели расхода воды, нефти и газа. Данная система измерения не требует дополнительного подогрева нефти, что снижает затраты энергии. «Умное месторождение» также позволяет управлять насосами различных типов (штанговых глубинных, погружных, винтовых) и обеспечивает удаленный доступ ко всему полевому оборудованию на основе проводных и беспроводных датчиков, позволяя диагностировать его состояние и при необходимости конфигурировать. Кроме того, концепция включает в себя решения по «умному» энергоснабжению и обеспечению контроля системы подготовки нефти и газа, включая дожимные насосные станции и факельные системы, управляет системами поддержания пластового давления, в том числе водозаборными станциями, узлами учета воды, нагнетательными скважинами, а также контролирует нефтеперекачивающие станции и резервуарные парки. Smart Field дает возможность делать прогнозы о состоянии пласта, моделировать различные события и ситуации, виртуально испытывать новые сценарии, экономя время и средства и одновременно повышая безопасность эксплуатации.

10.АСУТП комплексного сборочного пункта (КСП) на базе технических средств Allen-Bradley.

Объектом автоматизации является Комплексный сборочный пункт (КСП), который предназначен для сбора, подготовки нефти, газа, пластовой воды и транспорта подготовленной нефти на центральный товарный парк (ЦТП) и попутного нефтяного газа на ГПЗ. Комплексный сборочный пункт включает в себя следующие объекты:

- Сепараторы I ступени НГС.
- Отстойники предварительного сброса воды ОГ.
- Концевые сепарационные установки КСУ.
- Сепараторы газовые ГС.
- Конденсатосборник.
- Дренажные ёмкости Е.
- Узел учёта газа.
- Узел учёта нефти.
- Резервуарный парк РВС.
- Очистные сооружения РВС.
- Насосы внешней перекачки НВП.
- Насосы некондиционной нефти ННН.
- Насосы уловленной нефти НУН.
- Насосы подтоварной воды НПВ.
- Компрессоры 1-4.
- Блок реагентного хозяйства.

11.АСУТП цеха поддержания пластового давления на (ЦППД) на базе технических средств фирмы Emerson.

Цех поддержания пластового давления включает водозаборную станцию, получающую воду от двух водозаборных скважин, 2 кустовые насосные станции, каждая из которых оборудована тремя агрегатами с центробежными насосами, 2-мя резервуарами, дренажной ёмкостью с погружным насосом, дренажной ёмкостью сбора масла, блоком напорной гребенки и блоком дозированной подачи химреагента. Кроме этого, ЦППД содержит 100 нагнетательных скважин и 20 водораспределительных блоков.

Принято, что водозаборные и нагнетательные скважины могут находиться на расстояниях от 100 м до 3 км от кустовой насосной и друг от друга.

Компоненты верхнего уровня, размещённые в операторной и показанные на структурной схеме, включают в себя:

- основную рабочую станцию Профессиональная Плюс (Professional Plus);
- две операторские станции (Operator Station);
- архивный сервер (Historian Continuous), осуществляющий накопление исторических данных по всему цеху. В целях обеспечения сохранности исторических данных этот сервер оборудован отказоустойчивым дисковым массивом;
- интеграционную станцию, представляющую собой Станцию приложений (Application Station) с установленными на ней OPC-компонентами, которая предоставляет каналы связи с вышестоящим уровнем управления и другим технологическим оборудованием.

12.Автоматизированные системы обеспечения газовой защиты объектов нефтегазовой отрасли.

Основная задача любой системы ПАЗ - перевод процесса нефтегазодобычи в безопасное состояние при возникновении каких-либо проблем в его работе (выход технологических процессов за установленные границы, отказ оборудования, нештатные ситуации). Как правило, система ПАЗ получает данные о состоянии объекта нефтегазодобычи от «собственных» дублированных датчиков (одной из самых надежных схем считается «2оо3», когда срабатывание любых 2 из 3 датчиков, установленных на одной контрольной точке, считается необходимым условием для срабатывания защитной блокировки) и управляет «своими» резервированными исполнительными механизмами. У системы ПАЗ как компоненты РСУ нет «своей» станции оператора (такая есть в РСУ), есть только мобильная инженерная станция, с помощью которой выполняется конфигурирование ПЛК системы ПАЗ. Со станции оператора РСУ, соединенной с системой ПАЗ через межсетевой экран, можно контролировать процесс работы системы ПАЗ, но нельзя ей управлять. Конечное оборудование не зависит от оборудования РСУ, к примеру, если на

трубопроводе по информации РСУ «заклинил клапан», то при возникшей ситуации отработает «отсекатель» системы ПАЗ.

5.2 Примеры заданий для выполнения практических работ

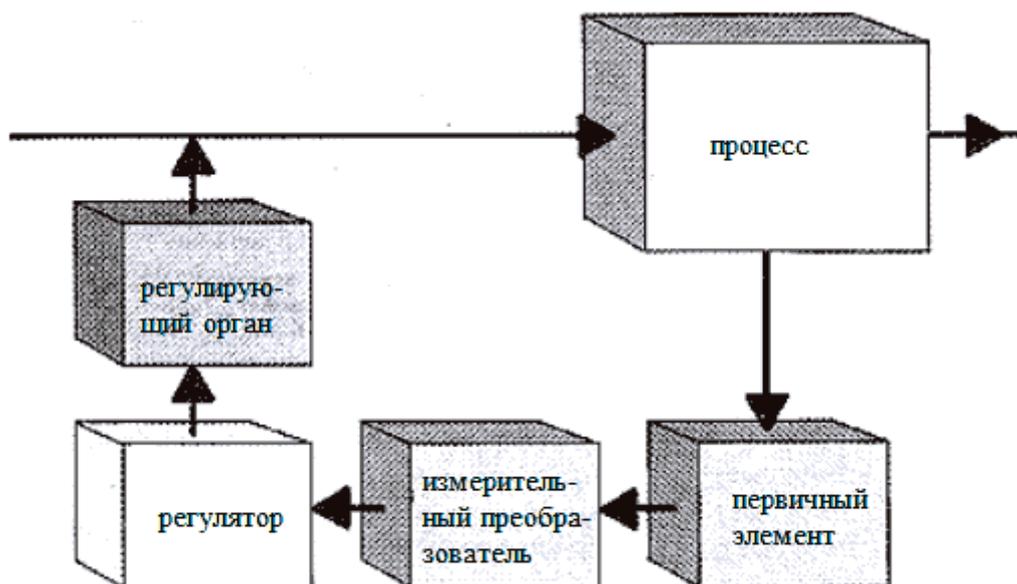
Занятие 1. Системы автоматического регулирования.

В случае системы автоматического регулирования наблюдение и регулирование производится автоматически при помощи заранее настроенных приборов. Аппаратура способна выполнять все действия быстрее и точнее, чем в случае ручного регулирования.

Действие системы может быть разделено на две части: система определяет изменение значения переменной процесса и затем производит корректирующее воздействие, вынуждающее переменную процесса вернуться к заданному значению.

Выходной сигнал от регулирующего элемента посылается к конечному элементу регулирования. Конечный элемент регулирования преобразовывает получаемый им сигнал в корректирующее воздействие, которое вынуждает переменную процесса возвратиться к заданному значению.

Регулирование с обратной связью — это такой способ автоматического регулирования, когда измеренное значение переменной процесса сравнивается с ее уставкой срабатывания и предпринимаются действия для исправления любого отклонения переменной от заданного значения.



Температура должна измениться, прежде чем регулирующая система начнет открывать или закрывать управляющий клапан на линии пара. В большинстве систем регулирования такой тип регулирующего действия приемлем и заложен в конструкцию системы.

Занятие 2. Условные обозначение САР.

ГОСТ 21.208-2013 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 21.208-2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначение условные приборов и средств автоматизации в схемах.

Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.	
Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т.п.	
Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите. Например: милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.	
Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо- или электропередачей	
Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите. Например: самопишущий милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.	

<p>Прибор для измерения температуры с автоматическим обегаяющим устройством, регистрирующий, установленный на щите. Например: многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т.п.</p>	
<p>Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.)</p>	
<p>Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту. Например: дилатометрический регулятор температуры</p>	
<p>Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите. Например: вторичный прибор и регулирующий блок системы "Старт"</p>	
<p>Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле температурное</p>	
<p>Первичный прибор контроля температуры в системе ПАЗ</p>	
<p>Измерение температуры. Аналого-цифровой преобразователь, установленный на щите, включенный в контур ПАЗ</p>	
<p>Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите</p>	
<p>Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите</p>	
<p>Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например: любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т.п.</p>	
<p>Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр показывающий</p>	

Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей	
Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите. Например: самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления	
Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле давления	
Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту. Например: электроконтактный манометр, вакуумметр и т.п.	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: датчик индукционного расходомера и т.п.	
Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: ротаметр бесшкальный с пневмо- или электропередачей	

3. РД-35-240.00-КТН-207-08 Автоматизация и телемеханизация магистральных нефтепроводов. Основные положения.

Настоящий руководящий документ определяет требования к вновь проектируемым и реконструируемым технологическим системам автоматизации и телемеханизации объектов магистральных нефтепроводов с величиной рабочего давления линейной части магистрального нефтепровода не более 6,3 МПа.

1.2 Руководящий документ распространяется на:

- вновь проектируемые системы и средства автоматизации и телемеханизации объектов магистральных нефтепроводов при новом строительстве и реконструкции объектов в целом или отдельных технологических узлов и оборудования;
- реконструируемые системы и средства автоматизации и телемеханизации;
- эксплуатируемые системы автоматизации и телемеханизации в части приведения в соответствие с настоящим руководящим документом значений уставок защит и сигнализации.

Занятие 3. Схемы автоматического регулирования температуры в нефтегазовой отрасли.

Так, для простых температурных измерений, например, поверхности трубопроводов, мы изготавливаем датчики накладного типа моделей ТПС-301, ТХА-К 301, выполненных из гибкого термопарного кабеля с различными монтажными элементами в виде хомутов или крепежных пластин (рис. 1). Для других, более сложных процессов, например, измерения температуры поверхности змеевика, поставляем модели ТХА-К.106 во взрывозащищенном исполнении, со специальными накладными элементами, которые привариваются к стенке змеевика, либо со съемной пластиной для быстрого демонтажа датчика при ремонте (рис. 2). Рабочий спай в данных изделиях также зачастую защищаем специальным экраном, предохраняющим искажение в измерении, вызванным открытым пламенем горелки.



Рис. 1. Термопреобразователь ТХА-К.301 с хомутом для измерения температуры поверхности трубопровода



Рис. 2. Датчик температуры модели ТХА-К.106 во взрывозащищенном исполнении «искробезопасная цепь Ex ia» для измерения температуры поверхности змеевика

Измерение температуры внутри трубопроводов осуществляется с помощью традиционных термоэлектрических преобразователей или термопреобразователей сопротивления, установленных в защитные гильзы. Для решения этой задачи «Вакууммаш» производит модели термопреобразователей ТХАв/ТХКв-2088-021, ТХАв/ТХКв-2088-031, ТХА-К.106, ТХА-К.108 и термопреобразователей сопротивления ТПС-106, ТПС-108 с подвижным/неподвижным штуцером.

Для взрывоопасных зон выпускаются такие датчики, как ТХА-К/ТХК-К-106 Ex, ТХА-К/ТХК-К-108 Ex, ТПС-106 Ex, ТПС-108 Ex с видом взрывозащиты «искробезопасная цепь Ex ia» или «взрывонепроницаемая оболочка Ex db». Данные изделия идут в комплекте с защитными гильзами, непосредственно установленными в термометрируемую среду, благодаря чему при выходе из строя их можно быстро заменить без остановки всего технологического процесса. Для работы в среде кислот и щелочей – фторопластовое покрытие.



Рис. 3. Цельноточенная фланцевая защитная гильза модели ГЗ-ФЦ со стеллитовым покрытием

Измерение температуры факельного оголовка ведется кабельными термопреобразователями типа ТНН 301 или ТХА-К.301. Данные модели отличает увеличенная толщина стенки термодарного кабеля и возможность специальных конструкторских вариаций по требованию заказчика (рис. 5).



Рис. 4. Датчик ТПС 302 для измерения температуры подшипников компрессоров



Рис. 5. Датчик ТХА-К.301 температуры факельного оголовка с накидной гайкой

Для измерения температуры резервуаров и реакторов у нас разработаны, как простые однозонные датчики температуры совместно с защитными гильзами, речь о которых шла выше, так и кабельные многозонные датчики типа ТПМ (для термопреобразователей с НСХ: ТХА, ТХК, ТНН, ТЖК) или ТПС (для термопреобразователей сопротивления с НСХ: 100М, 100П, Pt100), предназначенные для измерения температуры в нескольких точках реактора, емкости, колонны или резервуара.

В целом, все производимые на нашем предприятии данные датчики можно разделить на три большие группы.

Первая группа – датчики ТПМ 301, измеряющие температуру протекания процесса в колонне, например, в колонне крекинга нефтепродуктов. У такого многозонного датчика все зоны измерения выпрямлены в линию и используются для установки в защитную гильзу, которая является частью реактора.

Вторая группа – многозонные датчики ТПС 404 в герметичном сильфоне с грузом на конце рабочей части (рис. 6), предназначенные для резервуаров хранения наливных нефтепродуктов.

Преимуществом этой модели является гибкая, удобная в транспортировке и установке на объекте конструкция.

Помимо ТПС 404 по второму направлению применяются и многозонные датчики с рабочей частью из термопарного кабеля модели ТПМ 301 и термопреобразователи сопротивления модели ТПС 403. Количество рабочих зон измерения может быть от двух до десяти и более.



Рис. 6. Многозонный датчик модели ТПС 404 в герметичном сильфоне с грузом

К *третьей группе* относятся многозонные датчики температуры с камерой безопасности (рис. 7), устанавливающиеся без защитной гильзы в слоях катализатора. Их используют для контроля температуры в нескольких измерительных точках в разных поперечных сечениях и уровнях, например, в резервуарах глубокой очистки нефтепродуктов или резервуарах синтеза химических соединений. В этой модификации изделия, все зоны измерения сгибаются и разводятся по контрольным точкам, а затем закрепляются в необходимых местах с помощью специальных кронштейнов и зажимов.

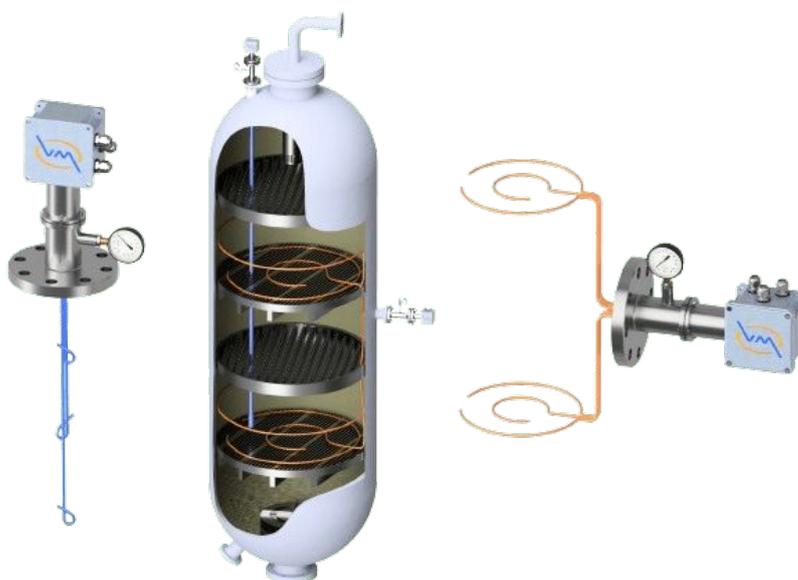


Рис. 7. Общий вид многозонных термоизмерительных датчиков температуры ТПМ 301 производства НПО «Вакууммаш», установленных в реакторе.

Занятие 4. Схемы автоматического регулирования уровня в резервуаре.

Для уровнемеров, используемых для учетно-расчетных операций, основная погрешность измерения уровня нефти не должна превышать $\pm 3,0$ мм, основная погрешность измерения средней температуры нефти в резервуаре не должна превышать $\pm 0,2$ градуса Цельсия.

При достижении в резервуаре аварийного максимального уровня нефти система автоматизации одновременно подает команды на открытие задвижки на линии приема в резервуар для аварийного сброса нефти, установленной на площадке СППК и закрытие всех коренных задвижек приемо-раздаточных патрубков (устройств) резервуара.

Для формирования сигналов «Аварийный максимальный уровень нефти» и «Максимально допустимый уровень нефти» должен использоваться сигнализатор уровня, не связанный с измерителем уровня.

Сигнализация нормативного аварийного, нормативного верхнего, нормативного нижнего, минимально допустимого уровня и минимального уровня, обеспечивающего безопасную работу системы размыва донных отложений должна формироваться на основании измерений, полученных датчиком уровня.

В резервуарных парках при контроле скорости наполнения и опорожнения должна предусматриваться сигнализация:

- предельной максимальной скорости наполнения резервуара;
- предельной максимальной скорости опорожнения резервуара и защита с сигнализацией;
- аварийной максимальной скорости наполнения резервуара;
- аварийной максимальной скорости опорожнения резервуара.

Занятие 5. Схемы автоматического регулирования и контроля давления.

В системах регулирования расхода применяют один из трех способов изменения расхода:

- дросселирование потока вещества через регулирующий орган, устанавливаемый на трубопроводе (клапан, шибер, заслонка);

- изменение напора в трубопроводе с помощью регулируемого источника энергии (например, изменением числа оборотов двигателя насоса или угла поворота лопастей вентилятора);

- байпасирование, т. е. перерос избытка вещества из основного трубопровода в обводную линию.

Деформационные (пружинные) манометры.

Этот тип прибором походит наиболее широкое применение благодаря простоте конструктивных решений, достаточно высокой точности и надежности, а также небольшим габаритам. Деформационные манометры позволяют проводить измерения в широком диапазоне и передавать и осуществлять дистанционную регистрацию результатов.

Грузопоршневые манометры

Грузопоршневые манометры отличаются высокой точностью и широким диапазоном измерений и используются исключительно в качестве образцовых приборов. Манометры 1-го, 2-го и 3-го разрядов имеют классы точности 0,02; 0,05 и 0,2. Принцип действия этих манометров основан на уравнивании измеряемого давления с помощью аттестованных грузов.

Преобразователи давления - это аналоговые или электронные устройства, основной функцией которых является постоянное и непрерывное преобразование физического показателя давления в унифицированный выходной сигнал электрического тока. В основном прибор используется для таких типов давления, как абсолютное или избыточное давление, давление разрежения, гидростатического давления, а также для измерения разности давлений для нейтральной и агрессивной среды.

Занятие 6. Схемы автоматического регулирования и измерения расхода.

Особенность систем регулирования расхода: малая инерционность объекта регулирования и наличие высокочастотных составляющих в сигнале изменения расхода, обусловленных пульсациями давления в трубопроводе (из-за работы компрессоров и насосов).

Регулирование соотношения расходов.

Можно осуществлять следующим образом:

1) при заданной общей производительности расход одного вещества (ведущего) может меняться произвольно, второе вещество подается при постоянном соотношении δ с первым.

2) при заданном ведущем расходе САР соотношения дополняется САР ведущего.

Системы измерения количества и показателей качества нефти (СИКН) и нефтепродуктов (СИКНП) предназначены для автоматизированных измерений объёмов, массы и показателей качества перекачиваемой нефти и нефтепродуктов в соответствии с требованиями действующей в РФ нормативной документации при проведении расчётных операций между поставщиком сырья и принимающей стороной.

Основные функции СИКН и СИКНП:

- измерение массы брутто и массы нетто нефти (нефтепродуктов);
- измерение технологических параметров, регистрация результатов измерений, их хранение;
- измерение показателей качества нефти (нефтепродуктов);
- мониторинг результатов измерений;
- передача данных на верхний уровень.

СИКН и СИКНП состоят из технологического комплекса и системы сбора и обработки информации.

Занятие 7. Схемы автоматического (непрерывного) контроля состояния механизмов.

При измерении параметров вибрации используют два метода измерения: кинематический и динамический.

Кинематический метод заключается в том, что измеряют координаты точек объекта относительно выбранной неподвижной системы координат. Измерительные преобразователи, основанные на этом методе измерения, называют преобразователями относительной вибрации.

Динамический метод основан на том, что параметры вибрации измеряют относительно искусственной неподвижной системы отсчета, в большинстве случаев инерционного элемента, связанного с объектом через упругий подвес. Такие приборы называют преобразователями абсолютной вибрации, чаще сейсмическими системами.

Принципиальная схема простейшей сейсмической системы с одной степенью свободы представлена на рис. 1. Сейсмическая масса m соединяется с основанием измерительного преобразователя (ИП) через пружину с коэффициентом жесткости c . Для гашения собственных колебаний параллельно пружине установлен демпфер с коэффициентом сопротивления A .

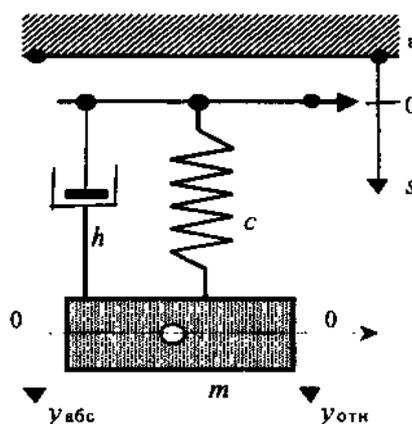


Рис. 1. Принципиальная схема простейшей сейсмической системы с одной степенью свободы

Измерительные преобразователи механических колебаний в электрический сигнал:

1. Преобразователи абсолютной вибрации: генераторные:

- пьезоэлектрические;
- индукционные;
- на основе эффекта Холла;

параметрические:

- резистивные;
- пьезорезистивные;
- индуктивные;
- трансформаторные;
- магнитоупругие;
- емкостные;

- электронно-механические;
- вибрационно-частотные;
- предельно контактные;
- импедансные.

2. Бесконтактные измерители относительной вибрации:

- магнитные;
- радиоволновые;
- электромагнитные;
- акустические;
- радиационные;
- оптические.

Объектами автоматизации на магистральных нефтепроводах являются промежуточные нефтеперекачивающие станции с магистральными насосными, головные нефтеперекачивающие станции с магистральными, опорными насосными и резервуарными парками, вспомогательные инженерные сооружения и линейная часть магистральных нефтепроводов.

Уровень автоматизации обеспечивает контроль и управление технологическим оборудованием НПС из операторной, несколькими НПС при размещении их на одной площадке, резервуарным парком, узлами учета нефти и вспомогательными сооружениями из местного диспетчерского пункта, теле контроль и телеуправление технологическим оборудованием с вышестоящего уровня управления.

5.3 Вопросы к зачету (письменная форма)

1. Это система, предназначенная для поддержания заданного значения какого-либо параметра (температуры, давления, уровня жидкости и т.д.) на нужном уровне без участия человека.

2. Системы, работающие по отклонению и системы, действующие по возмущению

3. Устойчивость

4. Статическая характеристика объекта

5. Дифференцирующее звено

6. Методом незатухающих колебаний (метод Циглера-Никольса).

7. Заключается в том, что в зависимость от сигнала ошибки ставится не величина регулирующего воздействия, а скорость ее изменения.

8. Корректирующий элемент

9. Позиционные регуляторы

10. Контактные датчики

11. Работают по принципу линейного расширения.

12. Уровнемеры

13. Реле (релейный элемент)

14. Телемеханическая система

15. Комбинационные и последовательностные

16. Программируемый логический контроллер (ПЛК)

17. Это система управления и сбора данных, которая используется для управления промышленными процессами.

18. Динамический

19. Система сглаживания волн давления (ССВД).

20. Уровень, температура и давление жидких и сыпучих продуктов.